

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Оборудование и технология сварочного производства»

ПРОИЗВОДСТВО СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

*Методические указания к курсовому проекту
для студентов специальности 1-36 01 06
«Оборудование и технология сварочного производства»*



Могилев 2013

УДК 621.721
ББК
П 80

Рекомендовано к опубликованию
учебно-методическим управлением
ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет»

Одобрено кафедрой «Оборудование и технология сварочного
производства» 19 марта 2013 г., протокол № 8

Составители: канд. техн. наук, доц. С. Н. Емельянов;
канд. техн. наук, ст. преподаватель Т. И. Бендик

Рецензент канд. техн. наук, доц. В. А. Попковский

Методические указания предназначены для выполнения курсового
проекта по дисциплине «Производство сварных конструкций»,
предусмотренного учебным планом специальности 1-36 01 06 и разработаны
на основе стандарта ОСРБ 1-36 01 06-2007.

Учебное издание

ПРОИЗВОДСТВО СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Методические указания к курсовому проекту для студентов
специальности 1-36 01 06 «Оборудование и технология сварочного
производства»

Ответственный за выпуск В. П. Куликов

Технический редактор А. Т. Червинская

Компьютерная верстка Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл.-печ.л. . Уч.-изд. л. . Тираж 99 экз.

Издатель и полиграфическое исполнение
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет»
ЛИ №02330/0548519 от 16.06.2009.
212000, г.Могилев, пр.Мира, 43

© ГУ ВПО «Белорусско-
Российский университет», 2013

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 Общие требования к пояснительной записке.....	6
3.3 Структура пояснительной записки.....	7
3.4 Содержание разделов пояснительной записки	8
4 Порядок выполнения и защита проекта.....	29
Список литературы	30

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, получаемые в период практики.

При курсовом проектировании студент должен углубить свои знания и умения с целью приобретения навыков решения инженерных задач по специальности 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 сварочного производства и производить расчеты сборочно-сварочных приспособлений, назначать входной, операционный и приемочный контроль.

Выполняя настоящий проект, студент готовит себя к работе над дипломным проектом.

2 Тематика проектов

Темой курсового проекта является разработка технологического процесса заготовки, сборки, сварки и контроля качества относительно несложной сварной конструкции.

В качестве объектов для проектирования технологических процессов и разработки оснастки должны быть выбраны узлы современных конструкций. Тематика курсовых проектов должна быть связана с потребностями предприятий.

В проекте должны быть предусмотрены:

- разработка технологического процесса изготовления и контроля качества сварной конструкции с использованием высокопроизводительного оборудования и оснастки, с указанием разряда работ и норм времени по операциям;

- возможность проявления студентом творческого подхода с целью разработки технологического решения на уровне изобретения или рационального предложения;

- перспектива последующей углубленной проработки разрабатываемых технических решений в дипломном проекте для 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 необходимо провести анализ патентных и литературных источников с целью выбора прогрессивных технических решений.

При работе над курсовым проектом необходимо использовать передовые достижения отечественной и зарубежной науки и техники и 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 необходимо 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 четырех-пяти листах формата А1.

Свариваемые узлы в приспособлениях обозначаются тонкими штрих-пунктирными 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, не 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;
- планировку участка изготовления узла или отдельного рабочего места с указанием транспортных средств;
- технологию изготовления (технологический лист), содержащую последовательность заготовки, сборки и сварки изделия, порядок наложения швов, таблицу режимов сварки;
- плакаты, иллюстрирующие результаты исследований, расчетов ЭВМ, анализ литературных данных и другие материалы.

3.2 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 печатать 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.

Цвет при выполнении чертежей и рисунков в пояснительной записке использовать не следует.

Карты технологических процессов и спецификации к чертежам вносятся в приложения.

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.

3.3 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.

1.7 Проверочный расчет сварных швов на прочность.

2 Заготовительные операции.

2.1 Выбор и обоснование выбора оборудования для заготовки деталей и транспортировки.

2.2 Расчет норм времени заготовительных операций.

2.3 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.
 - 4.5 Расчет силовых элементов приспособлений на прочность и жесткость.
 - 4.6 Описание принципа работы технологического оснащения.
 - 5 Технологический раздел.
 - 5.1 Расчет норма времени сборочно-сварочных операций.
 - 5.2 Синхронизация операций.
 - 5.3 Разработка маршрутной технологии сборки и сварки изделия.
 - 5.4 Разработка, описание методов контроля качества сварных соединений и организация технического контроля.
 - 5.5 Методы исправления дефектов сварных швов.
 - 5.6 Мероприятия по охране труда и противопожарной технике.
 - 5.7 Предложения по промышленной реализации.
- Заключение.
- Список литературы.
- Приложения А. Карты технологического процесса.
- Приложение Б. Спецификации чертежей курсового проекта.
- Приложение В. Расчеты на ЭВМ.

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, контролю качества, 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, возможности использования более прочных и современных материалов для снижения массы, повышения несущей способности, долговечности, конкурентоспособности. Выявляется возможность уменьшения количества швов, их длины и площади поперечного сечения.

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 ЭквСг и ЭквNi, определяется структура стали, описываются особенности технологии сварки.

3.4.7 Производится проверочный расчет изделия, сварных швов на прочность, жесткость или долговечность.

В проекте необходимо стремиться к максимальному снижению массы наплавленного металла, поэтому несущие сварные соединения должны быть рассчитаны на равнопрочность с основным металлом.

Для сложных изделий могут быть проведены расчеты наиболее простых сварных соединений. При известных усилиях растяжения или сжатия, действующих на свариваемые детали, катет шва рассчитывают по формуле

$$K = \frac{N}{\beta[\tau]L_{ш}}, \quad (1)$$

где N – сила, действующая на деталь, Н;
 $[\tau]$ – допускаемое касательное напряжение, зависящее от марки свариваемого металла, МПа;

β – коэффициент формы шва ($\beta = 0,7$ – для РДС; $\beta = 0,8$ – для механизированной сварки; $\beta = 0,9$ – для автоматической сварки);

$L_{ш}$ – длина шва, м.

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.

Проверочный расчет стыковых сварных соединений выполняют по формуле

$$\sigma_{шва} = \frac{N}{S \cdot L_{ш}} \leq [\sigma], \quad (2)$$

где $[\sigma]$ – допускаемое нормальное напряжение, Па;

S – толщина свариваемых деталей, м.

Связующие сварные соединения (соединения, которые не несут нагрузки или малонагруженные) прочностным расчетам не подлежат. Катет таких сварных соединений можно выбрать по таблице 1.

Таблица 1 – Минимальные катеты связующих 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

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.

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

Студентам также предлагается повести расчеты на основе метода конечных элементов для проверки несущей способности сечений, сварных соединений и оценки предельных состояний конструкции, связанных с потерей устойчивости.

3.4.8 В результате анализа заготовительных операций осуществляется выбор технологических процессов заготовки деталей.

При выборе метода заготовки деталей конструкции следует учитывать марку материала, конструкцию деталей, производительность способа, применяемые впоследствии способы сварки, возможность максимальной механизации труда.

При выборе и обосновании методов заготовки следует также руководствоваться результатами контроля поступающего материала. При этом обращается внимание на необходимость очистки и правки металла.

Для разметки деталей следует выбирать метод, позволяющий в дальнейшем получить минимальные отходы, и при возможности применить разметку с помощью ЭВМ.

При выборе механических способов резки следует учитывать, что некоторые из них дают наклеп кромок, а при тепловых способах резки – обширные зоны термического влияния.

Гибку и штамповку деталей можно осуществлять с предварительным подогревом и без него в зависимости от марки материала, его толщины, сложности формы готовой детали.

На основе выбора методов заготовки производится выбор заготовительного оборудования, его марка, тип, техническая характеристика. При выборе учитывается оборудование не только отечественное, но и зарубежное.

3.4.9 Разрабатывается технологический процесс заготовки деталей, на основе которого производится расчет норм времени. Допускается разрабатывать технический процесс для одной, наиболее характерной детали изделия и для её привести расчет норм времени как пример.

3.4.10 Завершается раздел разработкой маршрутной технологии заготовки для всех деталей изделия. Здесь указывают деталь, применяемое оборудование, трудоемкость выполнения каждой операции. Результаты приводятся в виде таблицы либо в маршрутной карте процесса.

3.4.11 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.

Экономическое обоснование способа сварки производится по сравнению технологических себестоимостей, только с учетом изменяемых показателей. Например: если сравнивается сварка в углекислом газе и сварка в смеси газов, то основными изменяемыми показателями являются затраты на смеситель, затраты на зарплату с учетом затрат на очистку поверхностей от брызг, снижение затрат на электродную проволоку за счет снижения потерь на разбрызгивание. Если при сварке применен повышенный вылет электрода или повышенные режимы сварки, следует учитывать и резкое повышение производительности.

При сравнении вариантов сварки давлением необходимо учитывать изменения производительности за счет применения жестких режимов.

Возможно сравнение дуговых способов сварки со способами сварки, например, давлением или другими.

3.4.12 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 материалами металловедческого анализа сварного соединения, 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. Необходимо 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, изложенные в этом ГОСТе, 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

$$M_{н.м.} = F_{н.м.} \cdot L \cdot \gamma, \quad (3)$$

где $F_{н.м.}$ — площадь наплавленного металла, m^2 ;

γ — плотность стали, $\gamma = 7,8 \text{ т/м}^3$;

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 a , учитывающий форму шва:

$$F_{н.м.} = \frac{\kappa^2}{2} a \sin \alpha \quad (4)$$

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):

$$F_3 = b \cdot H_{пр}, \quad (5)$$

где b — зазор между деталями, мм;

$H_{пр}$ — глубина проплавления, мм.

$$F_B = 0,75 e \cdot q, \quad (6)$$

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

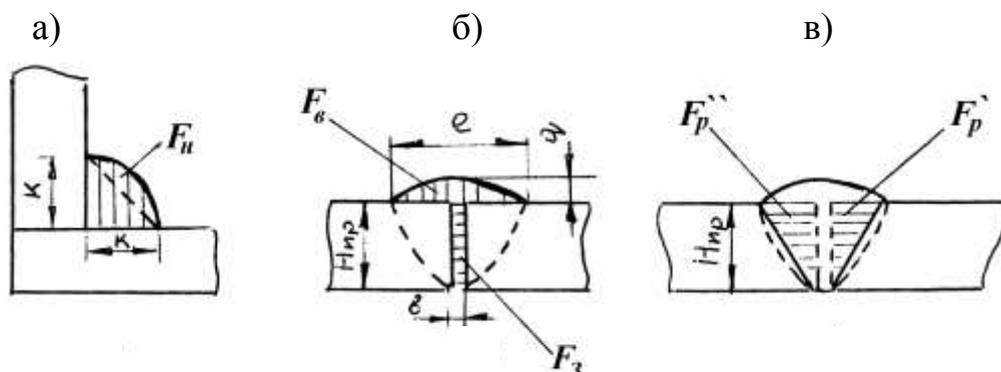


Рисунок 1 – Определение площади наплавленного металла

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

$$F_H = F_3 + F_B + F_p \quad (7)$$

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

$$F_p' = H_{пр} \frac{(e - b)}{4}. \quad (8)$$

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: масса наплавленного металла на одну сварную конструкцию				

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

$$G_{пр} = M_{нм}(1 + \Psi), \quad (9)$$

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 (9) определяется масса стержней. Для определения полной массы электродов необходимо учитывать массу покрытия

$$G_3 = G_{\text{пр}} \cdot K_{\text{в.п.}}, \quad (10)$$

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

Расход углекислого газа определяется по формуле

$$G_{\text{CO}_2} = q_{\text{CO}_2} \cdot t_0, \quad (11)$$

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

$$G_{\text{фл}} = (1,2 - 1,4)G_{\text{пр}}, \quad (12)$$

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

При выборе сварочных материалов в случае использования сварки давлением рекомендуется пользоваться источниками [2, 3].

3.4.13 Выбор, обоснование и расчет режимов сварки должны осуществляться на основании последних достижений сварочной науки.

Выбранные режимы сварки на основании табличных данных должны быть подтверждены результатами расчетов. Расчеты приводятся аналитически и с применением ЭВМ. Для простоты расчетов студент составляет программу сам. Результаты расчетов сводятся в приложение.

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 [5]. При расчете параметров режима контактной сварки рекомендуется пользоваться [2, 3].

Расчитанные параметры режимов сварки заносятся в сводную таблицу.

3.4.14 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. При выборе оборудования необходимо ориентироваться на наиболее современные образцы.

3.4.15 Мероприятия по уменьшению сварочных деформаций можно разделить на три группы: конструктивные, технологические, проводимые в процессе сварки, и технологические, проводимые после сварки. Первая и вторая группы мероприятий имеют целью предотвращение возникновения деформаций, третья группа направлена на устранение возникших деформаций в готовых изделиях.

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 уравнивания возникающих изгибающих моментов;
- для уравнивания 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;
- не допускать в конструкциях чрезмерных скоплений и пересечений сварных швов, особенно на участках с максимальным воздействием прикладываемых нагрузок.

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 выполняют 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

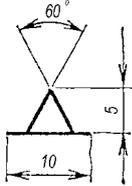
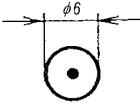
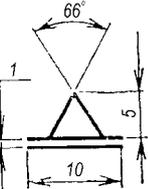
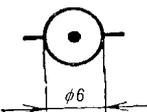
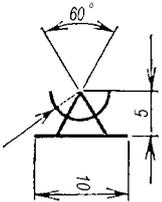
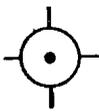
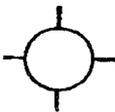
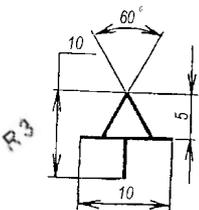
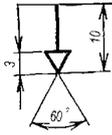
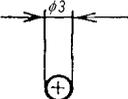
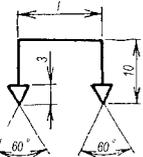
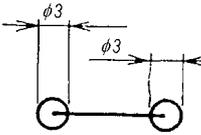
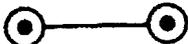
При рассмотрении способов предотвращения деформации и уменьшения остаточных напряжений студент обосновывает принятие тех или иных конструктивных, технологических во время и после сварки мероприятий с целью изготовления конструкций в требуемых допусках, с минимальными значениями внутренних напряжений. При необходимости студент должен учесть в предварительном расчете припуски в заготовке деталей с учетом возникающих в процессе сварки деформаций. В этом пункте следует указать, как и где проставляют прихватки при сборке, указывается порядок наложения сварных швов.

3.4.16 Проектирование любого приспособления начинается с определения теоретической схемы базирования объекта. В соответствии с ГОСТ 21495-76 базирование – придание объекту (заготовке, детали, изделию) требуемого положения относительно принятой системы координат, осуществляется с помощью выбранных на объекте баз в виде принадлежащих ему поверхностей, осей, точек или их сочетаний. 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. Число проекций объекта на схеме базирования должно быть достаточным для четкого представления о размещении опорных точек.

3.4.17 После разработки теоретической схемы базирования разрабатывается принципиальная схема сборочно-сварочного приспособления.

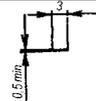
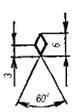
Принципиальная схема сборочно-сварочного приспособления представляет собой чертеж сварного изделия, на котором в виде условных обозначений (таблицы 5 и 6) указаны места, способы фиксирования и закрепления деталей, а также способы и устройства (упрощенно) для установки, поворота, подъема, съема деталей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

Таблица 5 — Условные обозначения опор и прижимов

Опора или прижим	Обозначение на видах		
	спереди, сзади	сверху	снизу
Опоры			
Неподвижная			
Подвижная			
Плавающая			
Регулируемая			
Прижимы			
Прижим одиночный			
Прижим двойной			

Примечание – обозначения устройств прижимов (пневматическое – Р, гидравлическое – Н, электрическое – Е, магнитное – М, электромагнитное – ЕМ, прочие – без обозначения) наносят слева от изображения зажимов.

Таблица 6 — Условные обозначения рабочих поверхностей

Форма рабочих поверхностей	Обозначение на всех видах
Плоская	
Сферическая	
Цилиндрическая (шариковая)	
Призматическая	
Коническая	
Ромбическая	
Трехгранная	

При разработке принципиальной схемы наносить на нее все детали будущего приспособления подробно не следует. Детали и механизмы приспособления изображаются на ней условными обозначениями. При необходимости отдельные механизмы приспособления могут быть выполнены подробно. На схеме указываются те размеры, которые конструктор должен соблюдать при проектировании приспособления с особой точностью. В качестве установочных баз предпочтительно использовать механически обработанные поверхности или отверстия деталей.

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

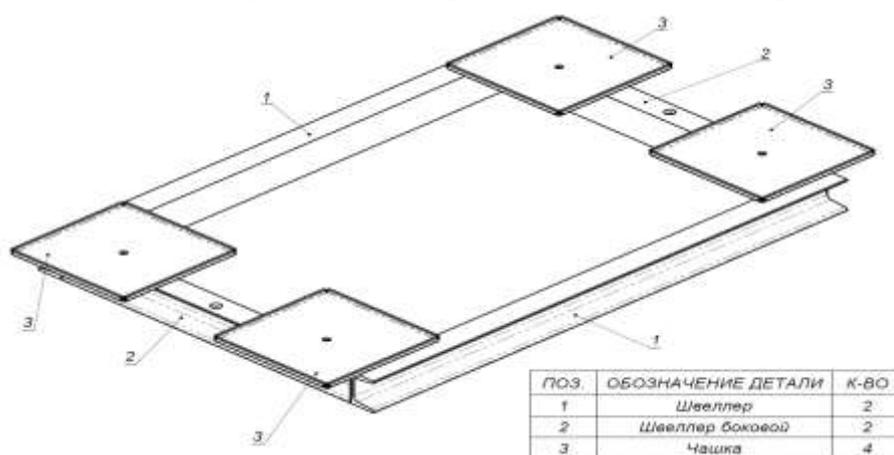


Рисунок 3 – Подрамник лебедки лифта

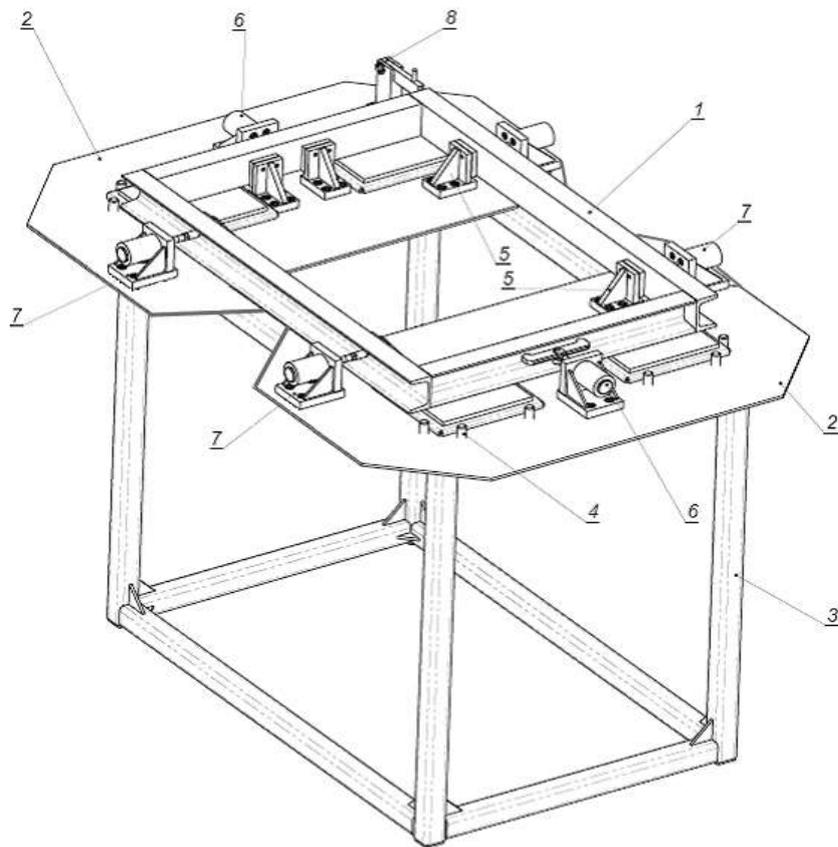


Рисунок 4 – Схема приспособления

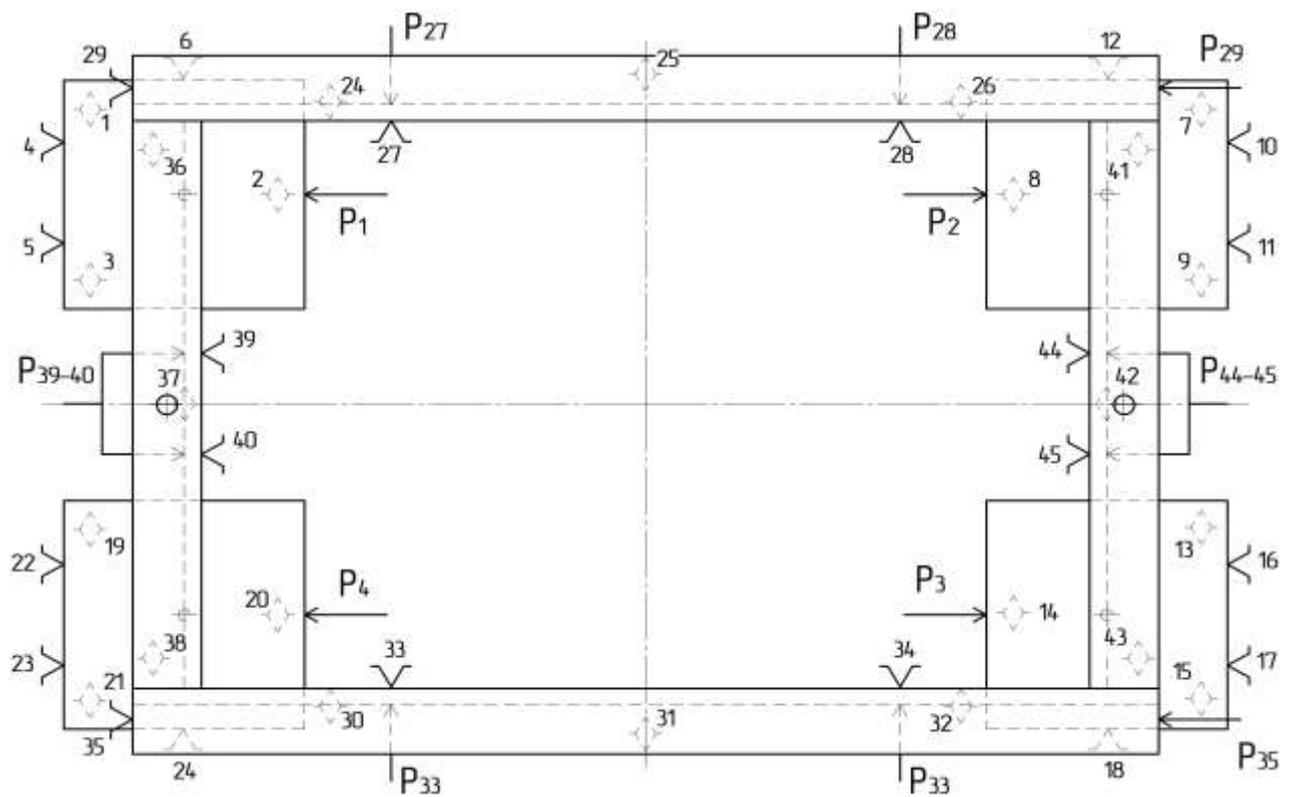


Рисунок 5 – Принципиальная схема базирования подрамника лебедки лифта

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 и деталей.

Принципиальная схема базирования подрамника лебедки лифта показана на рисунке 5.

3.4.18 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. 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 применяться самоустанавливающиеся одноточечные и подводимые клиновые опоры. С целью механизации и автоматизации приспособлений для перемещения вспомогательных опор применяют призмы. Установочные пальцы применяются 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;

- прижимы не должны нарушать заданное положение деталей, портить их поверхности и вызывать 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 применять не более двух типов прижимов.

3.4.19 Расчет конструктивных элементов прижимов (диаметров пневмоцилиндров, винтов, сечения рычагов и др.) производится с использованием известных методик по выбранным усилиям прижатия. Другие элементы сборочно-сварочных приспособлений также рассчитываются на прочность и жесткость под действием этих сил.

Расчет производят в две стадии:

– сначала определяют необходимые усилия прижатия собираемых деталей;

– затем рассчитывают конструкции прижимных устройств и других элементов приспособлений на прочность и жесткость под действием этих усилий.

Для определения 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 определяются 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).

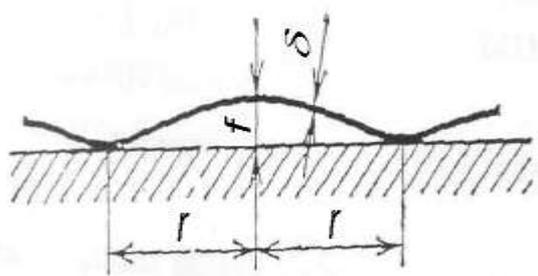


Рисунок 6 – Деформация листового полотна в виде круглой выпучены

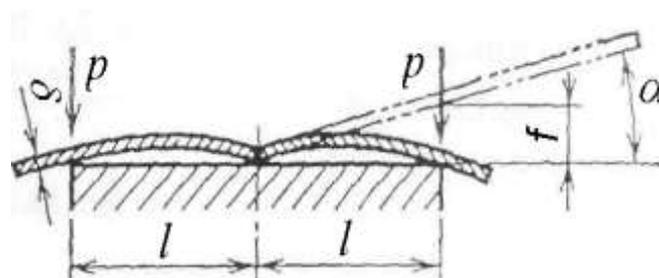


Рисунок 7 – Угловая деформация листов типа «домик»

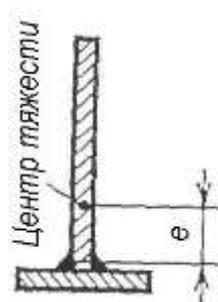
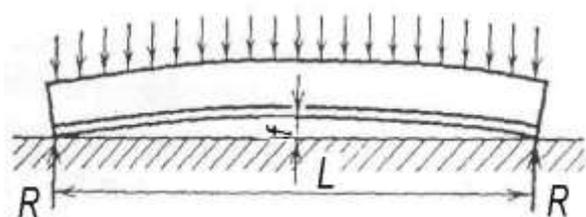


Рисунок 8 — Продольная деформация сварной балки и схема ее нагружения

При деформациях типа «выпучена» искомое усилие определяется по формуле

$$P = \frac{18fE\delta^3}{r^2}, \quad (13)$$

где E – модуль упругости материала.

Нагрузка на единицу длины кромки

$$p = \frac{P}{4r}. \quad (14)$$

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

$$P = \frac{\delta^3 \operatorname{tg} \alpha}{4l} E. \quad (15)$$

Аналогичен расчет при поперечных деформациях балок, которые являются угловыми.

Равномерно распределенная нагрузка при продольном изгибе балок:

$$q = 9,6 \cdot \frac{P_y \cdot e}{L^2}, \quad (16)$$

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 (17).

$$Q = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \cdot q \cdot \eta, \quad (17)$$

где D — диаметр цилиндра;
 d — диаметр штока;
 q — давление сжатого воздуха, $q = (0,3 - 0,6)$ МПа;
 η — КПД, учитывающий потери в цилиндре (при $D = 150 - 300$ мм можно принять $\eta = 0,85 - 0,9$).

В ответственных случаях и малых диаметрах поршня потери на трение в уплотнениях поршня и штока следует рассчитывать. Далее определяется расход воздуха, диаметр воздухопроводной трубы.

При изготовлении пневмоцилиндров в заводских условиях рассчитывается толщина стенки, крышки, крепление крышки.

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

3.4.20 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. При этом используются программы, которые имеются на кафедре или разрабатываются самостоятельно.

3.4.21 По разработанному технологическому процессу осуществляется нормирование сборочных и сварочных операций. При этом учитывается время основное, вспомогательное для сварки, связанное с изделием и сварочным оборудованием, время на отдых и естественные надобности. 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

$$t_{св} = t_o + t_{п.з.} + t_b + t_{обс} + t_n, \quad (18)$$

где $t_{п.з.}$ — подготовительно-заключительное время;
 t_o — основное время;
 t_b — 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

$$t_o = \frac{M_{н.м.}}{\alpha_n \cdot I_{св}}, \quad (19)$$

где $M_{н.м.}$ — масса наплавленного металла:

$$M_{н.м.} = F_n \cdot L_{ш} \cdot \gamma, \quad (20)$$

где F_n — площадь наплавленного металла;
 γ — плотность металла;
 $L_{ш}$ — длина шва.

Если шов непрерывный односторонний, то длина шва $L_{ш}$ равна длине изделия $L_{и}$; если шов непрерывный двухсторонний, то $L_{ш} = 2L_{и}$; если шов прерывистый, то

$$L_{ш} = \frac{L_{и}}{L_{шаг}} \cdot L_y, \quad (21)$$

где L_y — длина непрерывного участка шва;
 $L_{шаг}$ — расстояние от начала одного участка шва до начала другого.
 L_y и $L_{шаг}$ указаны в задании в обозначении сварного соединения, например 100/200.

При шахматном расположении прерывистых швов (например, 100Z200) полученное по формуле значение $L_{ш}$ умножается на два.

Рассчитанное по формуле (19) основное время сварки может быть проверено по формуле

$$t_{o_1} = \frac{L_{ш}}{V_{св}}, \quad (22)$$

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 производстве $t_{п.з.} = 10 - 20 \%$ от t_o . В дипломной работе можно принять $t_{п.з.} = 10 \%$ 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 $t_{изд}$:

$$t_{э} = t_{э1} \frac{F_n L_{ш}}{V_{э}}, \quad (23)$$

где $t_{э1}$ – время на смену одного электрода, $t_{э1} = 5 - 10$ с;

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

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

$L_{эл} = 350 - 400$ мм.

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

$$t_{кр}(t_{бр}) = L_{ш}(0,6 + 1,2(n_c - 1)), \quad (24)$$

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 равным $t_{изд} = 3$ 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 положении $t_n = 0,1t_0$, в напряженном положении при работе в закрытых сосудах $t_n = 0,16t_0$, при работе на высоте с использованием приставных лестниц $t_n = 0,2t_0$.

По согласованию с руководителем курсового проекта студент в пояснительной записке может привести расчеты по нормированию труда на отдельные операции, как пример расчета.

3.4.22 При организации поточного производства необходимо обеспечить одинаковую загрузку всех рабочих мест. Если условие одинаково полной загрузки рабочих на различных рабочих местах не выполняется, проводят синхронизацию операций. При недостаточной загрузке какого-либо рабочего

места совокупность операций и переходов, выполняемых на нем, укрупняют. Для этого на данное рабочее место переносят часть переходов с других рабочих мест, передают часть переходов на другие рабочие места, предшествующие данному или следующие после него по ходу технологического процесса.

3.4.23 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, определение этих приспособлений, ориентировочная их расстановка на участке. 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.

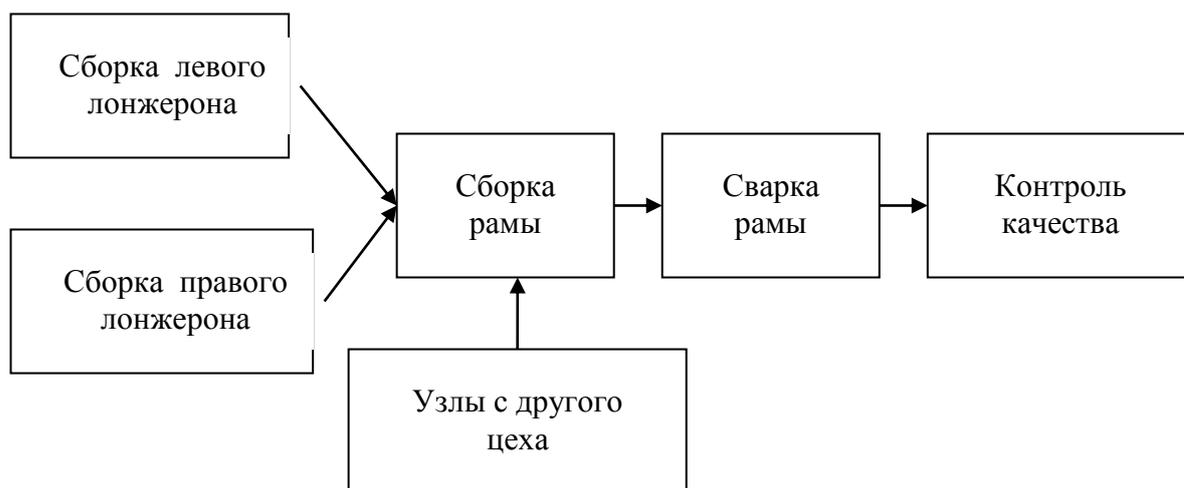


Рисунок 9 – Вариант графического изображения маршрутной технологии

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. Все это в дальнейшем необходимо будет для определения количества рабочих мест, приспособлений, сварочного оборудования и в конечном счете выполнения планировки участка.

3.4.24 Одной из завершающих операций изготовления сварных конструкций является контроль качества. Контроль качества может осуществляться внешним осмотром, магнитными и электромагнитными методами, ультразвуковым контролем, просвечиванием, методами контроля непроницаемости соединений и т.д. Выбор того или иного метода контроля определяется назначением изделия и указывается в технических условиях на

изготовление изделия. В пояснительной записке дается описание выбранного метода контроля, его преимущества перед другими методами, возможности автоматизации и механизации метода, а в случае необходимости разрабатывается новый метод контроля.

Контроль качества продукции на производстве представляет систему технических и административных мероприятий, направленных на обеспечение нормативного уровня качества. Контрольные службы предприятий организуют проведение входного контроля, сбор информации о стабильности качества продукции предприятий поставщиков, оформление рекламаций поставщикам, осуществление приемочного контроля, постоянный контроль процесса изготовления продукции, выполнение специальных контрольных операций (контроль хранения сырья, упаковки, наличия маркировки). Кроме того, задачами контрольных служб являются работы по управлению качеством продукции.

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 выборки абразивными инструментами. Удаление дефектов в соединениях из алюминия, титана и их сплавов следует производить только механическим способом. Поверхностные поры удаляют подваркой. Подрезы устраняют наплавкой шва по всей длине дефекта или оплавлением аргонодуговыми горелками. Наплывы и неравномерность формы шва исправляют механической обработкой. Кратеры шва заваривают. Крупные или сквозные трещины перед заваркой засверливают от концов.

3.4.25 На основании разработанного технологического процесса, нормирования труда, расчета количества рабочих мест составляется план участка. В процессе разработки плана проектируемого участка определяют его размеры и расположение в нем всех элементов производства [4].

Снижение стоимости строительства и сокращение его сроков обеспечивается использованием типовых проектов и унифицированных секций промышленных зданий. Для машиностроительных заводов установлены типовые унифицированные секции размером 144x72 или 72x72 м при ширине пролета 24 м и 18 м и расстоянии между колоннами (шаге колонн) 12 м, внутри и 6 м вдоль стенок.

Для обеспечения наиболее рационального размещения технологического процесса необходимо стремиться к его прямоточности и полному исключению возвратных перемещений грузов.

При разработке плана участка надо учитывать следующие принципы:

– на плане участка должно быть размещено не только производственное оборудование и оснастка, но также предусмотрены места для складирования заготовок и готовых узлов, а также зоны обслуживания рабочих мест (проходы) и проезды;

– размеры в плане для всех видов оборудования берутся по паспортным данным, а для специальной технологической оснастки – по чертежам. Если к моменту составления плана участка чертежи оснастки отсутствуют, можно использовать размеры свариваемого узла. Эти размеры надо увеличивать на величину припуска, которая составляет 0,2 – 0,3 м на каждую сторону;

– размеры каждого из складочных мест определяют исходя из размеров складываемых заготовок либо узлов, размеров тары, применяемой для складирования мелких заготовок;

– размеры проходов определяют по нормам технологического проектирования в пределах от 1 до 2 м;

– на плане проектируемого участка схематично показывают рабочих, обслуживающих рабочие места, в виде круга диаметром 0,5 м в соответствующем масштабе;

– разрез цеха выполняют исходя из принятой ширины пролета.

Размеры по высоте назначают по высоте оборудования, размещаемого в цехе, наличия и размеров мостового крана в пролете, а также размеров перемещаемых грузов. Готовый план участка после определения высоты цеха проверяют на соблюдение санитарных норм, которые требуют, чтобы на каждого работающего приходилось не менее 15 м³ объема производственного помещения.

На план участка наносят и указывают:

– тонкими штрихпунктирными линиями координационные оси здания, которые обозначают арабскими цифрами и прописными буквами русского алфавита (за исключением букв Е, З, Й, О, Х, Ч, Щ Ъ, Ы, Ь), проставляя эти обозначения в кружках диаметром 6...12мм. Последовательность цифровых и буквенных обозначений, начиная слева направо и снизу вверх;

– обозначения координационных осей наносят по левой и нижней стороне чертежа плана здания;

– цепочки размеров по внешнему контуру, которые включают в себя общие габариты в осях, расстояния между осями, размеры окон и простенков, привязки колонн, оборудования, а также осей движения подъемно-транспортных устройств;

– размерные линии на пересечении с выносными линиями и осями ограничивают засечками в виде толстых линий основного контура длиной 4 – 4 мм, проводимых под углом 45°, при этом размерные линии выступают за выносные на 1 – 3 мм;

– условное изображение подъемно-транспортного оборудования и его грузоподъемность;

– линии разрезов, которые обозначают арабскими цифрами последовательно в пределах основного комплекта чертежей.

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

3.4.27 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.

Если внесенные студентом изменения имеют существенное отличие от известных технических решений, то студент совместно с руководителем решает вопрос о целесообразности подачи заявки на предполагаемый патент.

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

3.4.29 В списке использованных источников должны быть ссылки на учебники, монографии, статьи из журналов и сборников, ГОСТы, СТБ, номера авторских свидетельств и 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 обязан до окончания практики поставить в известность руководителя практики от кафедры.

Оформленный курсовой проект подписывается студентом и руководителем.

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

Защита проекта является заключительным этапом работы, которому уделяется большое внимание, так как он призван помочь студентам научиться кратко и четко излагать свои мысли, вести деловые дискуссии, умело держать себя перед аудиторией. Защита проекта проводится перед комиссией в составе 2 – 3 преподавателей кафедры. Общее время, отведенное для приема проекта, 20 – 25 мин., из которых 8 – 10 мин. предоставляется студенту для сообщений, а остальное – для ответа на вопросы.

В докладе следует уделить внимание следующим основным вопросам:

- актуальность темы проекта;
- назначение изделия, возможности совершенствования качества, его особенности, главные технические требования, материалы и их основные свойства в отношении свариваемости;
- обоснование выбора, способов заготовки и сборки; вида и режима сварки, присадочных материалов, флюсов или газов;
- характеристика типа производства, технологического процесса, контроля качества продукции (с указанием введенных новшеств и преимуществ процесса, предлагаемых рационализаторских предложений и патентов);
- использование ресурсосберегающих технологий;

- характеристика спроектированной технологической оснастки, применение РТК (указать личный вклад проектанта);
- объем применения ЭВМ, использование САПР;
- выводы и предложения по промышленной реализации.

Рекомендуется заранее продумать последовательность размещения чертежей, которая должна соответствовать порядку изложения материала. Ответы на вопросы должны быть краткими, конкретными и достаточно исчерпывающими.

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: Белорус.- Рос. ун-т, 2009. – 256 с.: ил.

3 **Березиенко, В. П.** Основы технологии современных способов сварки давлением : учеб. пособие / В. П. Березиенко. – Могилев: ММИ, 1994. – 98 с.

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

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

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