

государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Пермский
химико-технологический техникум» (ГБПОУ «ПХТТ»)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ПО ВЫПОЛНЕНИЮ

ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Специальность: 15.02.19 Сварочное производство

Квалификация: *техник*

Пермь, 2024

Методические указания составлены в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами среднего профессионального образования по специальности 15.02.19 Сварочное производство и программой ГИА.

Рассмотрено на заседании методического совета
Протокол № 4 от 09 февраля 2024 г.

Содержание

Введение.....	
1. Общая часть.....	
1.1 Описание сварной конструкции, ее назначение	
1.2 Анализ технологичности.....	
1.3 Технические условия на изготовление конструкции.....	
2 Технологическая часть.....	
2.1 Обоснование материала конструкции.....	
2.2 Выбор и обоснование способа сборки и сварки.....	
2.3 Выбор сварочных материалов.....	
2.4 Расчет и выбор режимов сварки.....	
2.5 Выбор сварочного оборудования, технологической оснастки, инструмента.....	
2.6 Технологический процесс изготовления конструкции.....	
2.7 Контроль качества изготовления конструкции.....	
3 Расчетно-экономическая часть.....	
3.1. Расчет материальных затрат	
3.2. Расчет зарплаты производственных рабочих, отчислений и налога от нее	
3.3. Расчет полной себестоимости	
3.4. Сравнение вариантов технологического процесса изготовления детали	
4 Организационная часть.....	
5 Мероприятия по охране труда и технике безопасности.....	
Заключение	
Список литературы.....	

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ, СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Дипломный проект – это комплексная самостоятельная творческая работа, выполняемая на завершающем этапе обучения, в ходе которой обучающийся решает конкретные профессиональные задачи, соответствующие уровню образования присваиваемой квалификации.

Законченный дипломный проект состоит из пояснительной записки объемом 50-60 страниц формата А4, шрифт 14, интервал 1,5. кегль Times New Roman. Графическая часть выполняется на листах А1 чертежной бумаги.

Тематика дипломных проектов должна отражать конкретные задачи, стоящие перед отечественными предприятиями. Она должна предусматривать проектирование технологического процесса сборки и сварки заданной сварной конструкции при определенном объеме выпуска ее в год. Технологический процесс должен отвечать современному уровню соответствующей отрасли промышленности.

При использовании заводских основных, сварочных и вспомогательных материалов новый вариант технологического процесса должен быть более прогрессивным, обеспечивать более высокую производительность труда, снижение технологической себестоимости изготовления сварных конструкций, улучшения их качества.

Ответственность за принятие решения в дипломном проекте, качество выполнения пояснительной записки, графической части, комплекта документов на технологический процесс, а также за своевременное завершение работы несет обучающийся и руководитель.

ВВЕДЕНИЕ

Во введении требуется кратко изложить данные о развитии сварки и применении сварных конструкций, какие высокопроизводительные методы сборки и сварки сварных конструкций используются в современном производстве, на предприятиях и за рубежом на современном этапе.

1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Описание сварной конструкции, ее назначение

Описать назначение сварной конструкции, условия ее работы, конструкцию, методы заготовки деталей подлежащих сварке, изучить литературу и указать, отвечает ли данная конструкция требованиям, предъявленным к технологичным сварным конструкциям. Привести габаритные размеры и массу сварной конструкции.

1.2 Анализ технологичности

Технологичность - совокупность свойств конструкции изделия, проявляемых в возможности оптимальных затрат труда, средств, материалов

и времени при технической подготовке производства, изготовлении, эксплуатации и ремонте, по сравнению с соответствующими показателями однотипных конструкций, изделий того же назначения при обеспечении установленных показателей качества в применяемых условиях изготовления, эксплуатации и ремонта.

Изделие считается технологичным, если выполняется ряд условий: хорошая свариваемость, удобный подход при проведении сборочно-сварочных работ, удобство контроля сварных швов, использование предпочтительного вида сварки, использование оптимальных режимов, возможность снижения веса изделия, минимальные отходы используемых материалов, минимальный объём наплавленного металла, по возможности меньшее количество сборочных единиц, применение стандартных прокатов и стандартного оборудования, высокий уровень механизации.

Мероприятия по повышению производительности труда

Для повышения производительности труда применяем следующие показатели:

- поузловая сборка конструкции;
- сборку конструкции производить на стендах и в специальных приспособлениях;
- сварку производить передовыми методами с применением современного оборудования;
- также для сварки применять более производительные сварочные материалы;
- применение новых методов контроля сварных соединений;
- создание на участке сборки и сварки лучших условий труда

1.3 Технические условия на изготовление сварной конструкции

Технические условия изготовления сварной конструкции предусматривают технические условия на основные материалы, сварочные материалы, а также требования, предъявляемые к заготовкам под сборку и сварку, к сварке и к контролю качества сварки.

Технические условия на изготовление сварных конструкций учащиеся должны взять на заводах в ОГС или в бюро сборки и сварки, где они проходят технологическую практику.

1.3.1 В качестве основных материалов, применяемых для изготовления ответственных сварных конструкций (поднадзорных ГОСГОРТЕХНАДЗОРУ), работающих при динамических нагрузках должны применяться легированные стали по ГОСТ 19281-89 или углеродистые обыкновенного качества не ниже марки СтЗпс по ГОСТ 380-94. Для

неответственных сварных конструкций должны применяться стали не ниже марки СтЗпс по ГОСТ 380-94.

1.3.2 Соответствие всех сварочных материалов требованиям стандартов должно подтверждаться сертификатом заводов-поставщиков, а при отсутствии сертификата – данными испытаний лабораторий завода.

При ручной дуговой сварке должны применяться электроды не ниже типа Э42А по ГОСТ 9467-75 со стержнем из проволоки Св-08 по ГОСТ 2246-70.

При сварке в углекислом газе должна применяться проволока не ниже Св-08Г2С по ГОСТ 2246-70.

Сварочная проволока не должна иметь ржавчины, масла и других загрязнений.

1.3.3 Требования к заготовкам под сварку предусматривают, чтобы свариваемые детали из листового, фасонного, сортового и другого проката должны быть выправлены перед сборкой под сварку.

После вальцовки или гибки детали не должны иметь трещин и заусенцев, надрывов, волнистости и других дефектов.

Кромки деталей, обрезанных на ножницах, не должны иметь трещин и заусенцев. Обрезная кромка должна быть перпендикулярной к поверхности детали. Допускаемый уклон в случаях, не оговоренных на чертежах, должен быть 1:10, но не более 2 мм.

Необходимость механической обработки кромок деталей должна указываться в чертежах и технологических процессах.

Вмятины после правки и криволинейность свариваемых кромок не должны выходить за пределы установленных допусков на зазоры между свариваемыми деталями. Предельные отклонения угловых размеров, если они не оговорены в чертежах, должны соответствовать десятой степени точности ГОСТ 8908-81.

Детали, поступающие на сварку, должны быть приняты ОТК.

1.3.4 Сборка свариваемых деталей должна обеспечивать наличие установленного зазора в пределах допуска по всей длине соединения. Кромки и поверхности деталей в местах расположения сварных швов на ширину 25-30 мм должны быть очищены от ржавчины, масла и других загрязнений непосредственно перед сборкой под сварку.

Детали, предназначенные для контактной сварки, в местах соединения должны быть с обеих сторон очищены от окалины, масла, ржавчины и других загрязнений.

Детали с трещинами и надрывами, образовавшимися при изготовлении, к сборке под сварку не допускаются.

Указанные требования обеспечиваются технологической оснасткой и соответствующими допусками на собираемые детали.

При сборке не допускается силовая подгонка, вызывающая дополнительные напряжения в металле.

Допускаемое смещение свариваемых кромок относительно друг друга и величина допустимых зазоров должны быть не более величин, устанавливаемых на основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений по ГОСТ 14771-76, ГОСТ 23518-79, ГОСТ 5264-80, ГОСТ 11534-75, ГОСТ 14776-79, ГОСТ 15878-79, ГОСТ 8713-79, ГОСТ 11533-75.

Местные повышенные зазоры должны быть устранены перед сборкой под сварку. Разрешается заваривать зазоры наплавкой кромок детали, но не более 5% длины шва. Заполнять увеличенные зазоры кусками металла и другими материалами запрещается.

Сборка под сварку должна обеспечивать линейные размеры готовой сборочной единицы в пределах допусков, указанных в таблице 1.3.

Таблица 1.3 - Предельные отклонения сварных сборочных единиц

Таблица 1.3 - Предельные отклонения сварных сборочных единиц

Номинальные размеры, мм	Предельные отклонения, мм
До 30	+1,0
Свыше 30 до 120	+1,5
Свыше 120 до 500	+2,0
Свыше 500 до 1000	+3,0
Свыше 1000 до 3000	+4,0
Свыше 3000	+5,0

Сечение прихваток допускается размером до половины сечения сварного шва. Прихватки должны ставиться в местах расположения сварных швов. Наложённые прихватки должны быть очищены от шлака.

Прихватка элементов сварных конструкций при сборке должна выполняться с использованием тех же присадочных материалов и требований, что и при выполнении сварных швов.

Размеры прихваток должны быть указаны в картах технологического процесса.

Сборка под сварку должна быть принята ОТК. При транспортировке и кантовке собранных под сварку металлоконструкций должны быть приняты меры, обеспечивающие сохранение геометрических форм и размеров, заданных при сборке.

1.3.5 К сварке ответственных сборочных единиц должны допускаться только аттестованные сварщики, имеющие удостоверение, устанавливающее их квалификацию и характер работы, к которой они допущены.

Сварочное оборудование должно быть обеспечено вольтметрами, амперметрами и манометрами, за исключением тех случаев, когда установка приборов не предусмотрена. Состояние оборудования должно проверяться сварщиком и наладчиком ежедневно.

Профилактический осмотр сварочного оборудования отделом главного механика и энергетика должен осуществляться не реже одного раза в месяц.

Изготовление стальных сварных конструкции должно производиться в соответствии с чертежами и разработанным на их основе техпроцессом сборки и сварки.

Технологический процесс сварки должен предусматривать такой порядок наложения швов, при котором внутренние напряжения и деформации в сварном соединении будут наименьшими. Он должен обеспечивать максимальную возможность сварки в нижнем положении.

Выполнять сварочные работы методами, не указанными в технологическом процессе и настоящем стандарте, без согласования с главным специалистом по сварке запрещается. Отступление от указанных в картах техпроцесса режимов сварки, последовательности сварочных операций не допускается.

Поверхности деталей в местах расположения сварных швов должны быть проверены перед сваркой. Свариваемые кромки должны быть сухими. Следы коррозии, грязи, масла и другие загрязнения не допускаются.

Зажигать дугу на основном металле, вне границ шва, и выводить кратер на основной металл запрещается.

Отклонение размеров поперечного сечения сварных швов, указанных в чертежах, при сварке в углекислом газе, должны быть в соответствии с ГОСТ 14771-76.

По наружному виду сварной шов должен иметь равномерную поверхность без наплывов и натеков с плавным переходом к основному металлу.

По окончании сварочных работ, до предъявления изделия ОТК, сварные швы и прилегающие к ним поверхности должны быть очищены от шлаков, наплывов, брызг металла, окалины и проверены сварщиком.

При контактной точечной сварке глубина вдавливания электрода в основной металл сварочной точки не должна превышать 20% от толщины тонкой детали, но не более 0,4 мм.

Увеличение диаметра контактной поверхности электрода в процессе сварки не должно превышать 10% от установленного техпроцессом размера.

При сборке под точечную сварку зазор между соприкасающимися поверхностями в местах расположения точек не должен превышать 0,5...0,8 мм.

При сварке штампованных деталей зазор не должен превышать 0,2...0,3 мм.

При контактной точечной сварке деталей разной толщины режим сварки следует устанавливать в соответствии с толщиной более тонкой детали.

После сборки деталей под сварку необходимо проверять зазоры между деталями. Величина зазоров должна соответствовать ГОСТ 14771-76.

Размеры сварного шва должны соответствовать чертежу сварной конструкции по ГОСТу 14776-79.

1.3.6. В процессе сборки и сварки ответственных сварных конструкций должен осуществляться пооперационный контроль на всех этапах их изготовления. Процент контроля параметров оговаривается технологическим процессом.

Перед сваркой следует проверить правильность сборки, размеры и качество прихваток, соблюдение геометрических размеров изделия, а также чистоту поверхности свариваемых кромок, отсутствие коррозии, заусенцев, вмятин, других дефектов.

В процессе сварки должны контролироваться последовательность операций, установленная техпроцессом, отдельные швы и режим сварки.

После окончания сварки контроль качества сварных соединений должен осуществляться внешним осмотром и измерениями.

Угловые швы допускаются выпуклые и вогнутые, но во всех случаях катетом шва следует считать катет вписанного в сечение шва равнобедренного треугольника.

Осмотр может производиться без применения лупы или с применением её с увеличением до 10 раз.

Контроль размеров сварных швов, точек и выявленных дефектов должен производиться измерительным инструментом с ценой деления 0,1 или специальными шаблонами.

Исправление дефектного участка сварного шва более двух раз не допускается. Внешний осмотр и обмер сварных соединений должен производиться согласно ГОСТ 3242-79.

2 . ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Обоснование материала конструкции

Обоснование материала сварной конструкции производить с учетом следующих основных требований:

- обеспечения прочности и жесткости при наименьших затратах ее изготовления с учетом максимальной экономии металла;
- гарантирования условий хорошей свариваемости при минимальном разупрочнении и снижении пластичности в зонах сварных соединений;
- обеспечения надежности эксплуатации конструкции при заданных нагрузках, при переменных температурах в агрессивных средах.

Указать механические свойства и химический состав свариваемого материала.

Изучить литературу [1, с.84-89] и установить свариваемость марки стали по эквиваленту углерода C_3 , из формулы

$$C_3 = C + \frac{Mn}{20} + \frac{Ni}{15} + (C_r + M_o + V)/10, \quad (1.1)$$

где C_3 – эквивалент углерода, %;

C - содержание углерода, %;

Mn - содержание магния, %;

Ni - содержание никеля, %;

C_r - содержание хрома, %;

M_o - содержание молибдена, %;

V - содержание ванадия, %.

Стали у которых $C_3 = 0,2...0,45\%$, хорошо свариваются, не требуют предварительного подогрева и последующей термообработки.

Таблица 1.1 – Химический состав сталей

Марка стали	ГОСТ	Содержание элементов, %						
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	Другие элементы
Ст3пс	380-94	0,14-0,22	0,05-0,17	0,40-0,85	<0.3	<0.3	<0.3	
09Г2	19281-89	<0.12	0,17-0,38	1,40-1,80	<0.3	<0.3	<0.3	

Окончание таблицы 1.1

14Г2	19281-89	0,12-0,18	0,17-0,37	1,20-1,60	<0.3	<0.3	<0.3	
17ГС	19281-89	0,14-0,20	0,40-0,60	1,0-1,40	<0.3	<0.3	<0.3	
09Г2С	19281-89	<0,12	0,50-0,80	1,30-1,70	<0.3	<0.3	<0.3	
10ХСНД	19281-89	<0,12	0,80-1,10	0,50-0,80	0,6-0,9	0,5-0,8	0,4-0,6	
10ХНДП	19281-89	<0,12	0,17-0,37	0,30-0,60	0,5-0,8	0,3-0,6	0,3-0,5	Фосфор 0,070-0,012

Таблица 1.2 – Механические свойства сталей

Марка стали	ГОСТ	Временное сопротивление разрыву, МПа	Предел текучести, Мпа	Относительное удлинение, %	Ударная вязкость, Дж/см ²		
					при t испытания, °С		
					-20	-40	-70
09Г2С	19281-89	430-490	265-345	21	59-64	34-39	29-34
10Г2С1	19281-89	490-530	325-390	21	59-64	29-39	24-29
10ХСНД	19281-89	530	390	19		39-49	29-34
12ГС	19281-89	460	315	22-26			
14Г2	19281-89	450-530	325-390	17-21		29-34	29-34
15ХСНД	19281-89	325-345	470-490	21		29-39	29-34
14Г2АФ	19281-89	390	540	20		39-44	29-34
14ХГС	19281-89	345	490	22		34-39	
16ГС	19281-89	275-325	450-490	21	59	39	29
17ГС	19281-89	320-345	490-510	19-23		34-44	
СтЗпс	380-94	380-490	230-250	23-23		29-39	

2.2 Выбор и обоснование способа сборки и сварки

2.2.1. Сборку сварных конструкций в единичном и мелкосерийном производстве можно производить по разметке с применением простейших универсальных приспособлений (струбцин, скоб с клиньями), с последующей прихваткой с использованием того же способа сварки, что и при выполнении сварных швов.

В условиях серийного производства сборка под сварку производится на универсальных плитах с пазами, снабжёнными упорами, фиксаторами с различными зажимами. На универсальных плитах сборку следует вести только в тех случаях, когда в проекте заданы однотипные, но различные по габаритам сварные конструкции. При помощи шаблонов можно собрать простые сварные конструкции.

В условиях серийного и массового производства сборку под сварку следует производить на специальных сборочных стендах или в специальных сборочно-сварочных приспособлениях, которые обеспечивают требуемое взаимное расположение входящих в сварную конструкцию деталей и точность сборки изготавливаемой сварной конструкции в соответствии с требованиями чертежа и технических условий на сборку.

Кроме того, сборочные приспособления обеспечивают сокращение длительности сборки и повышение производительности труда, облегчение условий труда, повышение точности работ и улучшение качества готовой сварной конструкции.

Собираемые под сварку детали крепятся в приспособлениях и на стендах с помощью различного рода винтовых, ручных, пневматических и других зажимов.

2.2.2. Выбор того или иного способа сварки зависят от следующих факторов:

- толщины свариваемого материала;
- протяжённости сварных швов;
- требований к качеству выпускаемой продукции;
- химического состава металла;
- предусматриваемой производительности;
- себестоимости 1 кг наплавленного металла;

Среди способов электродуговой сварки наиболее употребляемыми являются.

- ручная дуговая сварка;
- механическая сварка в защитных газах;
- автоматизированная сварка в защитных газах и под флюсом.

Ручная дуговая сварка (РДС) из-за низкой производительности и высокой трудоёмкости не приемлема в серийном и массовом производствах. Она используется в основном в единичном производстве.

Наиболее целесообразно использование механизированных способов сварки.

Одним из таких способов является полуавтоматическая сварка в углекислом газе, которая в настоящее время занимает значительное место в народном хозяйстве благодаря своим технологическим и экономическим преимуществам.

Технологическими преимуществами являются относительная простота процесса сварки, возможность полуавтоматической и автоматической сварки швов, находящихся в различных пространственных положениях, что позволяет механизировать сварку в различных пространственных положениях, в том числе сварку неповоротных стыков труб.

Небольшой объём шлаков, участвующих в процессе сварки в CO_2 позволяет в ряде случаев получить швы высокого качества

Экономический эффект от применения сварки в углекислом газе существенно зависит от толщины свариваемого металла, типа соединения, расположения шва в пространстве, диаметра электродной проволоки и режимов сварки.

Себестоимость 1 кг наплавленного металла при сварке в углекислом газе всегда ниже, чем при газовой и ручной дуговой сварке.

При сварке в углекислом газе проволокой диаметром 0,8-1,4 мм изделий из стали, толщиной до 40 мм во всех положениях выработка на средних режимах на автоматах в 2-5 раз выше, а на полуавтоматах - в 1,8-3 раза выше, чем при ручной дуговой сварке.

При сварке в углекислом газе проволокой диаметром 0,8-1,4 мм вертикальных и потолочных швов из стали толщиной 8 мм и более и в нижнем положении толщиной более 10 мм проволоками диаметром 1,4-2,5 мм производительность в 1,5-2,5 раза выше, чем при ручной электродуговой сварке.

Производительность сварки в углекислом газе проволоками диаметром 1,4-2,5 мм из стали толщиной 5-10 мм в нижнем положении зависит от характера изделия, типа и размера соединения, качества сборки и др. При этом производительность только в 1,1-1,8 раза выше, чем вручную.

Перечисленные технологические и экономические преимущества сварки в углекислом газе позволяют широко использовать этот метод в серийном и массовом производствах.

Для выполнения швов большой протяженности на металле средних и больших толщин целесообразно применение автоматической сварки под флюсом. При сварке под флюсом вылет электрода значительно меньше, чем при ручной дуговой сварке. Поэтому можно, не опасаясь перегрева электрода и отделения защитного покрытия, в несколько раз увеличить силу сварочного тока, что позволяет резко увеличить производительность сварки, которая в 5-20 раз выше, чем при ручной дуговой сварке, коэффициент наплавки достигает 14-16 г/Ач в некоторых случаях даже 25-30 г/Ач.

Плавление электродного и основного металла происходит под флюсом надёжно изолирующим их от окружающей среды. Флюс способствует получению чистого и плотного металла шва, без пор и шлаковых включений, с высокими механическими свойствами. Введение во флюс элементов-стабилизаторов и высокая плотность тока в электроде позволяет производить сварку металла значительной толщины без разделки кромок. Практически отсутствуют потери на угар и разбрызгивание электродного металла. Процесс

сварки почти полностью механизирован. Механизированная сварка под флюсом по сравнению с РДС значительно улучшает условия труда сварщика-оператора, повышает общий уровень и культуру производства [2. С.227-233], [6, с.127-129].

В настоящее время на машиностроительных предприятиях всё шире ведутся работы по внедрению в производство сварки в аргоне в смеси с углекислым газом. При сварке в CO_2 проволоками любого диаметра выявляется два вида переноса расплавленного металла, характерные для оптимальных режимов: с периодическими замыканиями дугового промежутка и капельный перенос без коротких замыканий. При сварке в смеси $\text{Ar}+\text{CO}_2$ область режимов сварки с короткими замыканиями дугового промежутка отсутствует. Изменение характера переноса при замене защитной среды можно рассматривать, как улучшение технологического процесса, тем более, что оно сопровождается улучшением качественных и количественных характеристик процесса сварки: разбрызгивания и набрызгивания металла на сваривание детали и сопло.

При сварке в углекислом газе на оптимальных режимах на детали набрызгивается примерно 1 г/Ач брызг. Брызги прихватываются к поверхности свариваемого металла и с трудом удаляются металлической щёткой. 25-30% крупных капель привариваются к металлу, и для их удаления необходима работа с зубилом или другими средствами зачистки шва. Существенное уменьшение набрызгивания на детали наблюдается при сварке в смеси $\text{Ar}+\text{CO}_2$ как минимум в 3 раза.

При сварке в CO_2 существует область режимов, при которых наблюдается повышение забрызгивания сопла. Для проволоки диаметром 1,2 мм это область составляет 240-270 А, а для диаметра проволоки 1,6 мм – 290-310 А. При сварке в смеси аргона и углекислого газа область режимов большого разбрызгивания практически отсутствует. При забрызгивании сопла ухудшается состояние газовой защиты, а периодическая очистка снижает производительность. Форма провара при сварке CO_2 в округлая и сохраняется в смеси $\text{Ar}+\text{CO}_2$ при малых токах. При больших токах в нижней части провара появляется выступ, увеличивающий глубину проплавления, что увеличивает площадь разрушения по зоне сплавления. При равной глубине проплавления площадь провара основного металла в смеси $\text{Ar}+\text{CO}_2$ на 8-25% меньше, чем при сварке в CO_2 , что приводит к уменьшению деформации. Наряду со сваркой в смеси аргона с углекислым газом наиболее широкое применение получила сварка в смеси углекислого газа с кислородом. Наличие кислорода в смеси пределах 20-30% уменьшает силы поверхностного натяжения, что способствует более мелкокапельному переносу и более «стойкому» разрыву

перемычки между каплей и электродом, что снижает разбрызгивание. Кроме того окисленная капля хуже приваривается к металлу. Окисленные реакции увеличивают количество тепла, выделяемого в зоне дуги, что повышает производительность сварки. Наибольшее преимущества сварка в смеси $\text{CO}_2 + \text{O}_2$ имеет при повышенном вылете электрода и применением проволок легированных цирконием, например Св08Г2СЦ.

Полуавтоматическую сварку в смеси $\text{CO}_2 + \text{O}_2$ производят проволоками диаметром 1,2-1,6 мм проволоками марок Св08Г2С и Св08Г2СЦ с обычным вылетом электрода во всех пространственных положениях.

2.3 Выбор сварочных материалов

Общие принципы выбора сварочных материалов характеризуются следующими основными условиями:

- обеспечением требуемой эксплуатационной прочности сварного соединения, т.е. определяемого уровня механических свойств металла шва в сочетании с основным металлом;

- обеспечением необходимой сплошности металла шва (без пор и шлаковых включений или с минимальными размерами и количеством указанных дефектов на единицу длины шва);

- отсутствием горячих трещин, т.е. получением металла шва с достаточной технологической прочностью;

- получением комплекса специальных свойств металла, шва (жаропрочности, жаростойкости, коррозионной стойкости).

Выбор сварочных материалов производится в соответствии с принятым способом сварки.

Выбор и обоснование конкретных типов и марок сварочных материалов следует произвести на основании литературных источников с учётом требований.

В картах технологического процесса для каждой технологической операции (сборка на прихватках, сварка), необходимо указать виды, марки, стандарт на виды и марки, сварочных материалов.

При ручной дуговой сварке конструкционных углеродистых и легированных сталей выбор электродов производится по ГОСТ 9467-75, который предусматривает два класса электродов. Первый класс - электроды для сварки углеродистых и легированных сталей, требования к которым установлены по механическим свойствам наплавленного металла и содержанию в нём серы и фосфора. Второй класс регламентирует требования к электродам для сварки легированных теплоустойчивых сталей и которые классифицируются по химическим свойствам наплавленного металла шва.

ГОСТ 10052-75 устанавливает требования к электродам для сварки высоколегированных сталей с особыми свойствами. Выбор электродов для сварки этих сталей производится по этому ГОСТу.

Выбор стальной проволоки для механизированных способов сварки производится по ГОСТ 2246-70, который предусматривает выпуск стальной сварочной проволоки для сварки диаметром от 0,3 до 12 мм.

Сварочная проволока для сварки алюминия и его сплавов поставляется по ГОСТ 7881-75.

Выбор флюсов для сварки производится по ГОСТ 9078-81, который предусматривает две группы флюсов:

- для сварки углеродистых низколегированных и среднелегированных сталей (АН-348А, АН-348АМ, ОСЦ-45, АН-60, АН-22, ФЦ-9, АН-64);

- для сварки высоколегированных сталей (АН-26, АН-22, АН-30, АНФ-14, АНФ-16, АНФ-17, ФЦК-С, К-8).

В качестве защитных газов при сварке применяются инертные газы (аргон, гелий) и активные газы (углекислый газ, водород).

Аргон, предназначенный для сварки, регламентируется ГОСТ 10157-79 и в зависимости от процентного содержания аргона и назначения делится на аргон высшего, первого и второго сорта.

Гелий поставляется по ГОСТ 20461-75, который предусматривает два сорта газообразного гелия: гелий высокой чистоты (99,98% He) и гелий технический (99,8% He).

Углекислый газ, предназначенный для сварки, соответствует ГОСТ 8050-85, который в зависимости от содержания CO_2 предусматривает два сорта сварочной углекислоты: первый сорт - с содержанием CO_2 не менее 99,5%, второй сорт - с содержанием CO_2 не менее 99%.

После обоснования выбора сварочных материалов для принятых в проекте способов сварки необходимо привести в форме таблиц химический состав этих материалов, механические свойства и химический состав наплавленного металла.

2.4 Расчет и выбор режимов сварки

Режимом сварки называется совокупность характеристик сварочного процесса, обеспечивающих получение сварных соединений заданных размеров, форм, качества. При всех дуговых способах сварки такими характеристиками являются следующие параметры: диаметр электрода, сила сварочного тока, напряжение на дуге, скорость перемещения электрода вдоль шва (скорость сварки), род тока и полярность. При механизированных

способах сварки добавляется ещё один параметр - скорость подачи сварочной проволоки, а при сварке в защитных газах - удельный расход защитного газа.

Параметры режима сварки влияют на форму, и размеры шва. Поэтому, чтобы получить качественный сварной шов заданных размеров, необходимо правильно подобрать режимы сварки, исходя из толщин свариваемого металла, типа соединения и его положения в пространстве. На форму и размеры шва влияют не только основные параметры режима сварки; но также и технологические факторы, как род и плотность тока, наклон электрода и изделия, вылет электрода, конструкционная форма соединения и величина зазора.

2.4.1 Основными параметрами режима автоматической и полуавтоматической сварки под флюсом являются: сварочный ток, диаметр, скорость сварки.

Расчёт режима сварки производится всегда для конкретного случая, когда известен тип соединения, толщина свариваемого металла, марка проволоки, флюс и способ защиты от протекания расплавленного металла в зазор стыка. Поэтому до начала расчёта следует установить по ГОСТ 8713-79 конструктивные элементы заданного сварного соединения. При этом необходимо учитывать, что максимальное сечение однопроходного шва, выполненного автоматом, не должно превышать 100 мм^2 .

Для стыковых соединений площадь поперечного сечения шва $A_{ш}$, мм^2 определяется по формуле

$$A_{ш} = 0,75eg + sb, \quad (2.1)$$

где $A_{ш}$ – площадь поперечного сечения шва, мм^2 ;

e - ширина шва, мм;

g - усиление шва, мм;

s - толщина шва, мм;

b - зазор, мм.

Сила сварочного тока I , А, определяется по глубине провара из формулы

$$I = (80...100)h, \quad (2.2)$$

где I – сила сварного тока, А;

h - глубина провара, мм.

Глубиной провара задаются конструктивно, исходя из толщины металла.

Для одностороннего стыкового шва глубина провара h , мм, выбирается из условия

$$h = (0,7...0,8)S, \quad (2.3)$$

где h – глубина провара, мм;

S - толщина свариваемого металла, мм.

Для двухсторонней сварки глубина провара h , мм, выбирается из условия

$$h = \frac{S}{2} + (2...3), \quad (2.4)$$

где h – глубина провара, мм;

S - толщина свариваемого металла, мм.

и должна составлять не менее 60% толщины свариваемых деталей.

Диаметр сварочной проволоки d , мм, принимается в зависимости от толщины свариваемого металла в пределах 2...6 мм, а затем уточняется расчетом

$$d = 2 \frac{I}{i\pi}, \quad (2.5)$$

где d - диаметр сварочной проволоки, мм;

I - сварочный ток, А;

i - плотность тока, А/мм²

Плотность тока в зависимости от диаметра проволоки указана в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Плотность тока в зависимости от диаметра проволоки.

Диаметр проволоки, мм	2	3	4	5	6
Плотность тока, А/мм ²	65-200	45-90	35-260	30-50	25-45

Напряжение на дуге U , В принимается в пределах 32-40 В.

Скорость сварки $V_{св}$, м/ч, определяется по формуле

$$V_{св} = \frac{\alpha_H \times I}{\gamma \times A_{ш}}, \quad (2.6)$$

где $V_{св}$ - скорость сварки, м/ч;

α_H - коэффициент наплавки, г/Ач;

I - сварочный ток, А;

$A_{ш}$ - площадь сечения, мм²;

γ - удельная плотность наплавленного металла, г/см³.

При сварке постоянным током обратной полярности коэффициент наплавки, рассчитывается по эмпирической формуле

$$\alpha_H = 11,6 \pm 0,4 \text{ г/Ач} \quad (2.7)$$

При сварке на постоянном токе прямой полярности и переменном токе коэффициент наплавки, определяется по формуле

$$\alpha_H = A + B \times \frac{1}{d}, \quad (2.8)$$

где α_H - коэффициент наплавки, г/Ач;

A и B - коэффициенты, значения, которых для флюса АН-384А приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Значения коэффициентов A и B для флюса АН-384А

Коэффициент	A	B
Прямая полярность	2.3	0.065
Переменный ток	7	0.04

Скорость подачи проволоки $V_{под}$, м/ч, определяем по формуле

$$V_{под} = \frac{A_{ш}}{A_{э}} \times V_{св}, \quad (2.9)$$

где $V_{под}$ - скорость подачи проволоки, м/ч;

$A_{ш}$ - площадь сечения шва, мм²;

$A_{э}$ - площадь сечения электродной проволоки, мм²;

$V_{св}$ - скорость сварки, м/ч.

Скорость подачи электродной проволоки $V_{\text{под}}$, м/ч, можно также подсчитать следующим образом, по формуле

$$V_{\text{под}} = \frac{4 \times \alpha_n \times I}{\pi \times d^2 \times \gamma}, \quad (2.10)$$

где $V_{\text{под}}$ - скорость подачи электродной проволоки, м/ч

α_n - коэффициент наплавки, г/Ач;

I - сварочный ток, А;

d - диаметр сварочной проволоки, мм;

γ - удельная плотность наплавленного металла, г/см³.

2.4.2 Расчёт режимов автоматической и полуавтоматической сварки под флюсом угловых швов.

Определить площадь сечения $A_{\text{ш}}$, мм, по катету шва, заданного в чертежах, по формуле

$$A_{\text{ш}} = \frac{k^2}{2} + 1,05 \times k \times q, \quad (2.11)$$

где $A_{\text{ш}}$ - площадь сечения, мм

По ГОСТ 14771-76 усиление углового шва q , мм, выполненного в нижнем положении, допускается до 30% его катета, т.е.

$$q = 0,3 \times k, \quad (2.12)$$

где q - высота усиления шва, мм;

k - катет шва, мм.

Устанавливаем количество проходов на основании того, что за один проход автоматом можно наплавить не более 100 мм² площади шва.

Выбираем диаметр электрода, имея в виду, что угловые швы катетом 3-4 мм можно получить использованием электродной проволоки диаметром 2 мм, при сварке электродной проволокой диаметром 4-5 мм минимальный катет составляет 5-6 мм. Сварочную проволоку диаметром более 5 мм применять не следует, т.к. она не обеспечивает провара корня шва.

Для принятого диаметра проволоки подбираем плотность тока по данным, приведённым в таблице 1.5, и определяем силу сварочного тока I , А, по формуле

$$I_{св} = \frac{\pi \times d^2}{4} \times i, \quad (2.13)$$

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

d - диаметр сварочной проволоки, мм;

i - плотность тока, А/мм².

Определить коэффициент наплавки по одной из ранее приведённых (2.7) и (2.8) формул в зависимости от рода тока и полярности.

Зная площадь наплавки за один проход, сварочный ток и коэффициент наплавки, определить скорость сварки $V_{св}$, м/ч по формуле (2.6).

Скорость подачи электродной проволоки определяется по формуле (2.9).

2.4.3 Выбор режима сварки в углекислом газе, а также в смеси газов производится в зависимости от толщины и свойств свариваемого металла, типа сварного соединения и положения сварного шва в пространстве на основании обобщённых опытных данных.

2.5 Выбор сварочного оборудования, технологической оснастки, инструмента

В соответствии с установленным технологическим процессом производят выбор сварочного оборудования. Основными условиями выбора служат:

- техническая характеристика сварочного оборудования, отвечающая принятой технологии;
- наименьшие габариты и вес;
- наибольший КПД и наименьшее потребление электроэнергии;
- минимальная стоимость.

Основным условием при выборе сварочного оборудования является тип производства.

Так, при единичном и мелкосерийном производстве из экономических соображений необходимо более дешёвое сварочное оборудование - сварочные трансформаторы, выпрямители или сварочные полуавтоматы, отдавая предпочтение оборудованию, работающему в среде защитных газов с источником питания - выпрямителями.

Для подбора рациональных типов оборудования следует пользоваться новейшими данными справочной и информационной литературы, каталогами и проспектами по сварочной технике, в которых приведены технические характеристики источников питания, сварочных полуавтоматов и автоматов.

При определении расхода электроэнергии её расход вести по мощности источника питания и добавлять к ней 0,3...0,5 кВт на цепь управления автомата, полуавтомата.

Выбор и проектирование сборочно-сварочных приспособлений (оснастки) производится в соответствии с предварительно избранными способами сборки-сварки узлов. При разработке данного вопроса необходимо учитывать то, что выбор сборочно-сварочных приспособлений должен обеспечить следующее:

- уменьшение трудоёмкости работ, повышение производительности труда, хранение длительности производственного цикла;
- облегчение условий труда;
- повышение точности работ, улучшение качества продукции, сохранение заданной формы свариваемых изделий путём соответствующего закрепления их для уменьшения деформаций при сварке.

Приспособления должны удовлетворять следующим требованиям:

- обеспечивать доступность к местам установки деталей к рукояткам зажимных и фиксирующих устройств, к местам прихватов и сварки;
- обеспечивать наивыгоднейший порядок сборки;
- должны быть достаточно прочными и жёсткими, чтобы обеспечить точное закрепление деталей в требуемом положении и препятствовать их деформации при сварке;
- обеспечивать такие положения изделий, при которых было бы наименьшее число поворотов, как при наложении прихваток, так и при сварке;
- обеспечивать свободный доступ при проверке изделия;
- обеспечивать безопасное выполнение сборочно-сварочных работ.

При серийном производстве приспособления следует выбирать из расчёта возможностей перестройки производства на новый вид продукции, т.е. универсальные.

Тип приспособления необходимо выбирать в зависимости от программы, конструкции изделия, технологии и степени точности изготовления заготовок, технологии сборки-сварки.

Рабочий и мерительный инструмент выбирается конкретно для каждой сборочно-сварочной операции, исходя из требований чертежа и технических условий на изготовление сварной конструкции.

2.6 Технологический процесс изготовления конструкции

В данном разделе необходимо разделить все действия на операции и переходы, придерживаясь стандартных (ГОСТ 3.1109–82) определений технологическая операция и технологический переход. Технологический

процесс изготовления сварной конструкции разрабатывается в технологических картах.

2.6.1. Заготовительные операции. В данном разделе необходимо проработать заготовительные операции элементов изделия. При этом особое внимание должно быть уделено вопросам выбора сортамента, раскрою металла, резки и подготовки кромок. Обосновать номинальные размеры и допуски каждой заготовки.

Обосновать и охарактеризовать выбранное заготовительное оборудование, обосновать применяемое горючее, флюс, плазмообразующий газ, режим резки и т.д.

Для заготовительных операций рекомендуется маршрутное описание операций МК/МКТ сборочно-сварочных работ, пример оформления см. Приложение 1.

2.6.2. Разработка технологии сборки и сварки. Для сборочных, сборочно-сварочных и сварочных операций рекомендуется полное (операционное) описание, которое выполняется в операционных картах.

В этом разделе необходимо указать способ сборки, её последовательность, использование сборочно-сварочных приспособлений, их характеристики.

Особое внимание необходимо уделить возможным вариантам подготовки кромок, последовательности выполнения сварочных операций и переходов (однопроходная сварка; сварка с подваркой корня шва; многослойная, многопроходная сварка; сварка «горкой», «каскадом» и т.д.), а так же необходимо указать последовательность и технологию выполнения сварочных швов.

2.6.3. Сварочные напряжения и деформации, меры борьбы с ними. Определить, какие виды сварочных деформаций, перемещений и напряжений возникают при сварке данного изделия, какое отрицательное воздействие они оказывают. Разработать мероприятия по их уменьшению или исправлению. Эти мероприятия должны найти отражение в технологическом процессе.

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

2.7 Контроль качества изготовления конструкции

Указать, какие методы контроля качества применяются в зависимости от характера и назначения конструкции, степени её ответственности, конструкции сварных швов и марки свариваемого материала (внешний осмотр

сварных швов, гидравлическое испытание, испытание керосином, механическое испытание, радиационные, ультразвуковые, магнитные и др.).

3. РАСЧЕТНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Расчет материальных затрат

К материальным затратам относятся затраты на сырье, материалы, энергоресурсы на технологические цели.

Материальные затраты (МЗ, руб.) рассчитываются по формуле

$$МЗ = Со.м + Св.м + Сэн \quad (3.1)$$

где МЗ - материальные затраты, руб.;

Со.м – стоимость основных материалов, руб.;

Св.м – стоимость вспомогательных материалов, руб.;

Сэн – стоимость энергоресурсов, руб.

К основным относятся материалы, из которых изготавливаются конструкции, а при процессах сварки также и сварочные материалы: электроды, проволока, присадочный материал. Стоимость основных материалов с учетом транспортно-заготовительных расходов (Со.м, руб.) рассчитывается по формуле

$$Со.м = (Цм \times m_з + Цс.пр \times Нс.пр) \times Ктр, \quad (3.2)$$

где Со.м - стоимость основных материалов с учетом транспортно-заготовительных расходов, руб.;

Цм, Цс.пр – цена соответственно металла и сварочной проволоки, руб.;

$m_з$ – масса заготовки, кг;

Нс.пр – норма расхода сварочной проволоки на 1 деталь, кг.;

Ктр – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, его можно принять в пределах 1,05...1,08.

К числу вспомогательных сварочных материалов относятся флюс, кислород, защитные и горючие газы. Стоимость вспомогательных материалов с учетом транспортно-заготовительных расходов (Св.м, руб.) рассчитывается по формуле

$$C_{в.м} = \sum_{i=1}^m C_{в.м} * H_{в.м} * K_{тр}, \quad (3.3)$$

где $C_{в.м}$ - стоимость вспомогательных материалов с учетом транспортно-заготовительных расходов, руб.;

$C_{в.м}$ - цена вспомогательных материалов за единицу, руб.;

$H_{в.м}$ - норма расхода вспомогательных материалов (углекислый газ), кг.

m - количество технологических операций.

Статья «Топливо и энергия на технологические цели» (Сэн, руб.) включает затраты на все виды топлива и энергии, которые расходуются в процессе производства данной продукции (силовая энергия, сжатый воздух) и рассчитывается по формуле

$$C_{эн} = C_{эл} + C_{сж.в.}, \quad (3.4)$$

где $C_{эн}$ – затраты на все виды топлива и энергии, которые расходуются в процессе производства данной продукции, руб.;

$C_{эл}$ – стоимость электроэнергии на двигательную силу, руб.;

$C_{сж.в.}$ – стоимость сжатого воздуха, руб.

Затраты электроэнергии на двигательную силу ($C_{эл}$, руб.) рассчитываются по формуле

$$C_{эл} = C_{эн} \times H_{эл}, \quad (3.5)$$

где $C_{эл}$ – стоимость электроэнергии на двигательную силу, руб.;

$C_{эн}$ – тариф за 1 кВт-ч электроэнергии, руб.;

$H_{эл}$ – норма расхода электроэнергии на изготовление основной детали, кВт

Затраты на сжатый воздух ($C_{сж.в.}$, руб.) рассчитываются по формуле

$$C_{сж.в.} = \frac{C_{сж.в.} \times R_{сж.в.}}{V \times 3}, \quad (3.6)$$

где $C_{сж.в.}$ - затраты на сжатый воздух, руб.;

$C_{сж.в.}$ – цена 1 м³ сжатого воздуха, руб.;

$R_{сж.в.}$ – потребность в сжатом воздухе для выполнения годовой программы, м³.

В – годовая программа, шт.;

3 – количество изготавливаемых деталей (1 – основная, 2 –догружаемых), шт.

Подставив значения формул (3.2), (3.3) и (3.4) в формулу (3.1) найдем стоимость материальных затрат.

3.2 Расчёт заработной платы производственных рабочих, отчислений и налога от нее

Этот подраздел предусматривает расчёт основной и дополнительной зарплаты производственных рабочих, отчислений и налога от нее, которые включаются в себестоимость.

Заработная плата производственных рабочих (ЗП, руб.) состоит из 2-х частей:

- основная заработная плата;
- дополнительная заработная плата.

Она рассчитывается по формуле

$$ЗП = ЗПо + ЗПд, \quad (3.7)$$

где ЗП - заработная плата производственных рабочих, руб.;

ЗПо – основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

ЗПд – дополнительная заработная плата производственных рабочих, руб.

Статья «Основная заработная плата производственных рабочих» включает оплату основных рабочих по сдельным расценкам на основании трудоемкости работ, доплаты за вредные условия труда и премий за производственные результаты работы.

Основная заработная плата производственных рабочих рассчитывается по формуле

$$ЗПо = \sum_1^m Рсд \times Кпр + Двр, \quad (3.8)$$

где ЗПо - основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

$\Sigma Рсд$ – суммарная сдельная расценка на изготовление детали, руб.;

Кпр – коэффициент премирования;

$$Кпр = 1,2;$$

Двр – доплата за работу во вредных условиях труда, руб.

Сдельная расценка (Рсд, руб.) на изготовление детали по всем операциям рассчитывается по формуле

$$\sum R_{сд} = \sum_1^m T_{ст_i} * T_{шт} / 60, \quad (3.9)$$

где Рсд - сдельная расценка на изготовление детали по всем операциям, руб.;

$T_{ст_i}$ – часовая тарифная ставка основного рабочего соответствующего разряда, руб.;

$T_{шт}$ – норма штучного времени по операциям техпроцесса, мин.;

Результаты расчётов заносим в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 – Сводная ведомость расценок по операциям техпроцесса

Наименование операций	Разряд работы	Часовая тарифная ставка $T_{ст}$, руб.	Норма времени $T_{шт}$, мин	Сдельная расценка $R_{сд}$, руб.
1				
2				
3				
... и т.д.				
Итого	-	-	Σ	Σ

Рабочим- сварщикам за работу во вредных условиях труда производится доплата за вредность (Двр, руб.) которая рассчитывается по формуле

$$Двр = \frac{(0,1...0,31) \times T_{ст_1} \times T_{вр}}{100 \times 60}, \quad (3.10)$$

где Двр – доплата за вредность сварщикам, руб.;

$T_{ст_1}$ – месячная тарифная ставка 1 разряда, руб.;

$T_{вр}$ – время работы во вредных условиях, мин.

Статья «Дополнительная заработная плата производственных рабочих» (ЗПд, руб.) отражает выплаты, предусмотренные законодательством за непроработанное на производстве время (оплата отпускных, компенсаций, выполнение гособязанностей, оплата льготных часов подросткам, кормящим

матерям). Размер выплат предусмотрен обычно в пределах до 15% от основной заработной платы и рассчитывается по формуле

$$ЗПд = ЗПо \times Кд, \quad (3.11)$$

где ЗПд - выплаты, предусмотренные законодательством за непроработанное на производстве время, руб.;

ЗПо - основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

Кд – коэффициент дополнительной заработной платы.

Подставив значения формул (3.8) и (3.11) в формулу (3.7), найдем заработную плату производственных рабочих.

Отчисления на государственное социальное страхование (Ос.с, руб.) в Фонд социальной защиты населения рассчитываются по формуле

$$Ос.с = \frac{нс.с \times ЗП}{100}, \quad (3.12)$$

где Ос.с - отчисления на государственное социальное страхование, руб.;

ЗП - заработная плата производственных рабочих, руб.;

нс.с – норматив отчислений на социальное страхование, действующий на момент выполнения ДП, %.

Отчисления в государственный фонд содействия занятости (Оф.з, руб.) рассчитываются по формуле

$$Оф.з = \frac{ноф.з \times ЗП}{100}, \quad (3.14)$$

где Оф.з - отчисления в государственный фонд содействия занятости, руб.;

ЗП - заработная плата производственных рабочих, руб.;

ноф.з – норматив отчислений в государственный фонд содействия занятости, действующий на момент выполнения ДП, %.

Чрезвычайный налог (Нч, руб.) для ликвидации последствий аварии рассчитывается по формуле

$$Нч = \frac{нч \times ЗП}{100}, \quad (3.15)$$

где Нч - чрезвычайный налог, руб.;

ЗП - заработная плата производственных рабочих, руб.;

нч – ставка чрезвычайного налога, действующий на момент выполнения ДП, %.

3.3 Расчет полной себестоимости изделия

Перед расчетом полной себестоимости изготовления изделия рассчитывается производственная себестоимость.

Производственная себестоимость (Спр, руб.) включает затраты на производство продукции и рассчитывается по формуле

$$\text{Спр} = \text{МЗ} + \text{ЗПо} + \text{ЗПд} + \text{Ос.с} + \text{Оф.з} + \text{Нч} + \text{Рпр} + \text{Рхоз}, \quad (3.16)$$

где Спр - производственная себестоимость, руб.;

МЗ – формула (3.1);

ЗПо – формула (3.8);

ЗПд – формула (3.11);

Ос.с – формула (3.12);

Оф.з – формула (3.14);

Нч – формула (3.15);

Рпр – общепроизводственные расходы, руб.;

Рхоз – общехозяйственные расходы, руб.

В статью «Общепроизводственные расходы» (Рпр, руб.) включаются расходы на оплату труда управленческого и обслуживающего персонала цехов, вспомогательных рабочих; амортизация; расходы на ремонт основных средств; охрану труда работников; на содержание и эксплуатацию оборудования, сигнализацию, отопление, освещение, водоснабжение цехов и др. Эти расходы рассчитываются в процентах от основной заработной платы производственных рабочих по формуле

$$\text{Рпр} = \frac{\% \text{Рпр} * \text{ЗПо}}{100}, \quad (3.17)$$

где Рпр - расходы на оплату труда управленческого и обслуживающего персонала цехов, вспомогательных рабочих; амортизация; расходы на ремонт основных средств; охрану труда работников; на содержание и эксплуатацию

оборудования, сигнализацию, отопление, освещение, водоснабжение цехов и др., руб.;

ЗПо - основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

%Рпр – процент общепроизводственных расходов, %;

%Рпр = 280-500%.

В статью «Общехозяйственные расходы» (Рхоз, руб.) включаются: расходы на оплату труда, связанные с управлением предприятия в целом, командировочные; канцелярские, почтово-телеграфные и телефонные расходы; амортизация; расходы на ремонт и эксплуатацию основных средств, отопление, освещение, водоснабжение заводоуправления, на охрану, сигнализацию, содержание легкового автотранспорта, обязательное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний. Эти расходы рассчитываются в процентах от основной заработной платы производственных рабочих по формуле

$$R_{хоз} = \frac{\%R_{хоз} * ЗПо}{100}, \quad (3.18)$$

где Рхоз - расходы на оплату труда, связанные с управлением предприятия в целом, командировочные; канцелярские, почтово-телеграфные и телефонные расходы; амортизация; расходы на ремонт и эксплуатацию основных средств, отопление, освещение, водоснабжение заводоуправления, на охрану, сигнализацию, содержание легкового автотранспорта, обязательное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний, руб.;

ЗПо - основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

%Рхоз – процент общехозяйственных расходов, %;

%Рхоз = 230-350%.

Подставив значения формул (3.1), (3.8), (3.11), (3.12), (3.14), (3.15), (3.17), (3.18) в формулу (3.16), найдем производственную себестоимость.

Полная себестоимость (Спол, руб.) включает затраты на производство и реализацию продукции и рассчитывается по формуле

$$Спол = Спр + Рвн + Оин.ф, \quad (3.19)$$

где Спол - полная себестоимость, руб.;

Спр – формула (3.16);

Рвн – внепроизводственные расходы, руб.;

Оин.ф – отчисления в инновационный фонд, руб.

В статью «Внепроизводственные расходы» (Рвн, руб.) включаются расходы на производство или приобретение тары, упаковку, погрузку продукции и доставку её к станции, рекламу, участие в выставках. Эти расходы рассчитываются по формуле

$$Рвн = \frac{\%Рвн \times Спр}{100}, \quad (3.20)$$

где Рвн - расходы на производство или приобретение тары, упаковку, погрузку продукции и доставку её к станции, рекламу, участие в выставках, руб.;

%Рвн – процент внепроизводственных расходов;

%Рвн = 0,1-0,5%;

Спр - производственная себестоимость, руб.

Отчисления в инновационный фонд (Оин.ф, руб.) рассчитываются по формуле

$$Оин.ф = \frac{инн.ф \times (Спр + Рвн)}{100}, \quad (3.21)$$

где Оин.ф - отчисления в инновационный фонд, руб.;

инн.ф – ставка отчислений в инновационный фонд, действующий на момент выполнения ДП, %;

Спр - производственная себестоимость, руб.;

Рвн - расходы на производство или приобретение тары, упаковку, погрузку продукции и доставку её к станции, рекламу, участие в выставках, руб.

Подставив значения формул (3.16), (3.20), (3.21) в формулу (3.19) найдем значение полной себестоимости изготовления детали.

Результаты расчетов заносим в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 – Калькуляция себестоимости по сравниваемым вариантам

Наименование статей калькуляции	Сумма, руб.		Отклонения	
	проект	базов.	руб.	%
1 Стоимость основных материалов (за минусом возвратных отходов) с учетом транспортно-заготовительных расходов				
2 Стоимость вспомогательных материалов с учетом транспортно-заготовительных расходов				
Стоимость энергоресурсов на технологические цели				
Итого материальные затраты				
Основная заработная плата производственных рабочих				
5 Дополнительная заработная плата производственных рабочих				
Отчисления в Фонд социальной защиты населения				
7 Чрезвычайный налог и обязательные отчисления в государственный фонд содействия занятости				
8 Общепроизводственные расходы				
9 Общехозяйственные расходы				
Итого производственная себестоимость				
10 Внепроизводственные расходы				
11 Отчисления в инновационный фонд				
Всего полная себестоимость				

Отклонения рассчитываются следующим образом:

а) в абсолютном выражении, руб.

$$\Delta = \text{проектируемое значение статьи} - \text{базовое значение статьи} \quad (3.22)$$

б) в относительном выражении

$$\% \Delta = \frac{\text{проектируемое значение статьи} - \text{базовое значение статьи}}{\text{базовое значение статьи}} \times 100\% \quad (3.23)$$

3.4. Сравнение вариантов технологического процесса изготовления детали

Годовой экономический эффект от снижения себестоимости за счет уменьшения расхода (сырья, материалов, топлива, энергии, снижения трудоемкости на операции, сокращения брака и простоя оборудования) рассчитывается по формуле

$$\text{Э} = (\text{Спол}_{\text{пр}} - \text{Спол}_{\text{баз}}) \times \text{В}, \quad (3.24)$$

где Э – годовой экономический эффект от снижения себестоимости за счет уменьшения расхода;

Спол_{пр}, Спол_{баз} – полная себестоимость детали по проектируемому и базовому вариантам, руб.;

В – годовая программа, шт.

По изготовлению детали можно рассчитать следующие технико-экономические показатели:

- трудоемкость изготовления детали;
- коэффициент использования основных материалов;
- материалоемкость;
- сдельная расценка;
- полная себестоимость изготовления детали;
- годовой экономический эффект.

Материалоемкость (Ме, руб/руб.) рассчитывается по формуле

$$Me = \frac{MЗ}{\text{Спол}}, \quad (3.25)$$

где Ме – материалоемкость, руб/руб.;

МЗ - материальные затраты, руб.;

Спол - полная себестоимость, руб.

Основные технико-экономические показатели заносятся в таблицу 3.3.

Таблица 3.3 – Техничко-экономические показатели

Наименование показателей	Ед.изм.	Варианты		Проект к базе, %
		проект.	базов.	
1 Трудоемкость изготовления детали	мин.			
3 Материалоемкость	руб/руб.			
4 Сдельная расценка				
5 Полная себестоимость изготовления детали	руб.			
6 Годовой экономический эффект	тыс.руб.		—	—

На этом цель экономической части дипломного проекта достигнута.

Вывод учащийся формулирует по результатам анализа данных таблиц 3.2 и 3.3, указывая причины отклонений калькуляционных статей изготовления детали, годовой экономический эффект и экономическую целесообразность данного дипломного проекта.

4 ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ЧАСТЬ

План проектируемого участка с компоновкой оборудования

1. Оптимальная компоновка агрегатов и оборудования в соответствии с технологическим процессом изготовления и грузопотоком. Соблюдение габаритов безопасности. Наличие проходов и проездов. Пути для эвакуации при возникновении пожара;
2. Расположение складских помещений и мест складирования;
3. Расположение транспортных путей, газопроводов, водопроводов и других коммуникаций;
4. Поперечный разрез здания:
 - а) конструктивные элементы, обеспечивающие освещение и аэрацию здания. Вытяжные фонари;
 - б) подъемно-транспортные устройства;
 - в) специальные ограждения агрегатов повышенной опасности.

5 МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА И ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

В этом разделе необходимо отразить следующие вопросы:

- производственные опасности при сварке;
- мероприятия по борьбе с загрязнением воздуха;
- меры предохранения от поражения электрическим током;
- меры предохранения от излучения дуги и ожога;
- меры безопасности при эксплуатации баллонов с защитным газом;
- противопожарные мероприятия при сварке;

- мероприятия по борьбе с загрязнением окружающей среды;
- требования безопасности труда при выбранном способе сварки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении необходимо отразить конструкторские и технологические мероприятия, разработанные в дипломном проекте, особенно те, которые имеют преимущества по сравнению с базовым вариантом.

Следует особенно уделить внимание вопросам ресурсосберегающих технологий:

- замена основного металла с целью снижения металлоемкости, трудоемкости, расхода сварочных материалов и электроэнергии, увеличения прочности конструкций;
- применение специальных устройств и механизмов, обеспечивающих повышение производительности и качества изготовления сварных конструкций;
- выбор более экономичного способа сварки;
- применение форсированных режимов сварки;
- рациональное размещение оборудования с оптимальным использованием производственной площади.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Банов М.Д. Специальные способы сварки и резки : учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / М.Д. Баннов, В.В. Масаков, Н. П. Плюснина. – М.: Изд. центр «Академия», 2009. – 208 с.
2. Виноградов В.С. Электрическая дуговая сварка: учебник для НПО.- 4-е изд., стер./ В.С. Виноградов.- М.: Изд. центр «Академия», 2010.- 320 с.
3. Вознесенская И.М. Основы теории ручной дуговой сварки: теоретические основы профессиональной деятельности: учеб. пособие/ И.М. Вознесенская.- М.: «Академкнига/Учебник», 2005.- 160 с.
4. Кузнецов В.А. Технологические процессы в машиностроении: учебник для студ. СПО./ В.А. Кузнецов, А.А. Черепашин.- М.: Изд. центр «Академия», 2009.- 192 с.
5. Маслов Б.Г. Производство сварных конструкций : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. – 2-е изд., стер./ Б.Г. Маслов, А.П. Выборнов. - М.: Изд. центр «Академия», 2008. – 256 с.

6. Маслов В.И. Сварочные работы: учеб. пособие для студ. учреждений СПО; учеб. пособие для студ. учреждений НПО. – 2-е изд., стер./ Б.Г. Маслов, А.П. Выборнов. - М.: Изд. центр «Академия», 2002. – 240 с., ил.
7. Метрология, стандартизация и сертификация в машиностроении: учебник для студ. учреждений СПО. – 2-е изд., испр./ Под ред. С.А. Зайцев, А.Н. Толстов, Д.Д. Грибанов. - М.: Изд. центр «Академия», 2011.- 288 с.
8. Овчинников В. В. Дефекты сварных соединений : учеб. пособие / В. В. Овчинников. – М.: Изд. центр «Академия», 2008. – 64 с. – (Сварщик).
9. Овчинников В.В. Контроль качества сварных соединений : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / В.В.Овчинников. – М.: Изд. центр «Академия», 2000. – 208 с.
- 10.Овчинников В.В. Расчет и проектирование сварных конструкций: учебник. – М.: Изд. центр «Академия», 2010.- 250 с.
- 11.Овчинников В.В. Расчет и проектирование сварных конструкций: Практикум и курсовое проектирование: учеб. пособие. – М.: Изд. центр «Академия», 2010.- 220 с.
- 12.Маслов Б.Г. Производство сварных конструкций: учеб. для студ. образоват. учреждений сред. проф. образ. /Б.Г. Маслов., А.П. Выборнов.-3-е изд., перераб. и доп.- М.: Изд. центр «Академия»,2010.-286с
- 13.Овчинников В.В Технология и оборудование контактной сварки: лабораторно-практические работа: учеб.пособ. для студ. образоват. учреждений сред. проф. образования. / В.В. овчинников.- М.: Изд. центр «Академия»,2011.-160 с.
- 14.Чебан В.А. Сварочные работы. /В.А. Чебан.-Ростов н/ Д.: «Феникс»,2012.- 412

Блинов А.Н. Сварные конструкции. - М.: Стройиздат, 1990. -350 с.

2 Верховенко Л.В., Тунин А.Н. Справочник- сварщика.: Высшая школа, 1990. - 497 с.

3 Думов С.И. Технология электрической сварки плавлением. -М.: Машиностроение, 1978. - 315 с.

4 Козвяков А.Ф., Морозова Л.Л. Охрана труда в машиностроении. - М.: Машиностроение, 1990. - 255 с.

5 Куркин С.А., Николаев Г.А. Сварные конструкции. - М.: . Высшая школа. 1991. -397 с.

6 Михайлов А.И. Сварные конструкции. - М.: Стройиздт. 1993. - 366 с.

7 Николаев Г.А. Сварные конструкции. - М.: Высшая школа. 1983.-343с.

8 Степанов Б.В. Справочник сварщика. - М.: Высшая школа, 1990.-479с.

- 9 Белоконь В.М- Производство сварных конструкций. - Могилёв. 1998.- 139с.
- 10 Куликов В.П. Технология сварки плавлением. - Мн. Дизайн ПРО; 2000. – 256 с.
- 11 Потапьевский А. Г. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. — М.: Машиностроение, 1974. - 233 с.
- 12 Юрьев 8.П. Справочное пособие по нормированию материалов и электроэнергии для сварочной техники. - М.: Машиностроение. 1972. -150 с.
- 13 Козьянов А.Ф., Морозова Л.Л. Охрана труда в машиностроении. – М.:Машиностроение, 1998. - 256 с.
- 14 Браудс М.Э. Охрана труда при сварке в машиностроении – М.: Машиностроение, 1978. - 186 с.
- 15 Белов С.В., Бринза В.Н. и др. Безопасность производственных процессов: Справочник – М.: Машиностроение, 1985. – 448 с.
- 16 Основные положения по составу затрат, включаемых в себестоимость продукции (работ, услуг). Утверждены Постановлением Минэкономики, Минфином, Министерством статистики и анализа, Министерством труда. Весник Министерства по налогам и сборам РБ – 2002 №29
- 17 Карпей Т.В. Экономика, организация и планирование промышленного производства: Учеб. пособие. - Мн. Дизайн ПРО, 2004. – 328 с.
- 18 Думов С.И. Технология электрической сварки плавлением. Лабораторные работы – М.: Машиностроение, 1982. – 151 с.
- 19 Думов С.И. Технология электрической сварки плавлением. – М.: Машиностроение, 1987. – 458 с.
- 20 Степанов В.В. Справочник сварщика. – М.: Машиностроение, 1983. – 559 с.
- 21 Верховенко Л.В., Тукин А.К. Справочник сварщика. – Мн.: Выш. шк, 1990. – 479 с.
- 22 Блинов А.Н., Ляпин К.В. Сварные конструкции. – М., 1990.
- 23 Гуляев А.И. Технология и оборудование контактной сварки. – М., 1985.
- 24 Куркин С.А., Николаев Г.А. Сварные конструкции. – М., 1991.
- 25 Михайлов А.М. Сварные конструкции. – М., 1983
- 26 Прох Л.Ц., Шпаков Б.М., Яворская Н.М. Справочник по сварочному оборудованию. – Киев, 1983.

СТАНДАРТЫ

ГОСТ 10051-75. Электроды покрытые металлические для ручной дуговой наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами.

ГОСТ 10052-75. Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки высоколегированных сталей с особыми свойствами. Типы.

ГОСТ 10157-79. Аргон газообразный и жидкий. Технические условия.

ГОСТ 10543-82. Проволока стальная наплавочная. Технические условия.

ГОСТ 14771-76. Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

ГОСТ 16130-90. Проволока и прутки из меди и сплавов на медной основе сварочные. Технические условия.

ГОСТ 2.312-72. ЕСКД. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений.

ГОСТ 20461-75. Гелий газообразный. Метод определения объемной доли примесей эмиссионным спектральным анализом.

ГОСТ 22366-93. Лента электродная наплавочная спеченная на основе железа. Технические условия.

ГОСТ 2246-70. Проволока стальная сварочная. Технические условия.

ГОСТ 23949-80. Электроды вольфрамовые сварочные неплавящиеся. Технические условия.

ГОСТ 26101-84. Проволока порошковая наплавочная. Технические условия.

ГОСТ 26271-84. Проволока порошковая для дуговой сварки углеродистых и низколегированных сталей. Общие технические условия.

ГОСТ 5264-80. Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

ГОСТ 7871-75. Проволока сварочная из алюминия и алюминиевых сплавов. Технические условия.

ГОСТ 8050-85. Двуокись углерода газообразная и жидкая. Технические условия.

ГОСТ 8713-79. Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

ГОСТ 9087-81 Е. Флюсы сварочные наплавленные. Технические условия.

ГОСТ 9466-75. Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия.

ГОСТ 9467-75. Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционные и теплоустойчивых сталей. Типы.

СТБ 1016-96. Соединения сварные. Общие технические условия.

ГОСТ 2246-70. Проволока стальная сварочная: Технические условия.

ГОСТ 5264-80. Ручная дуговая сварка: Соединения сварные: Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

ГОСТ 8713-79. Сварка под флюсом: Соединения сварные: Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

ГОСТ 11533-75. Автоматическая и полуавтоматическая дуговая сварка под флюсом: Соединения сварные под острыми и тупыми углами: Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

ГОСТ 14771-76. Дуговая сварка в защитном газе: Соединения сварные: Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

ГОСТ 14776-79. Дуговая сварка: Соединения сварные точечные: Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

ГОСТ 14806-80. Дуговая сварка алюминия и алюминиевых сплавов в инертных газах: Соединения сварные: Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

ГОСТ 15164-78. Электрошлаковая сварка: Соединения сварные: Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

ГОСТ 15878-78. Контактная сварка: Соединения сварные: Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

ГОСТ 16037-80. Соединения сварные стальных трубопроводов: Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

ГОСТ 23518-79. Дуговая сварка в защитных газах: Соединения сварные под острым и тупыми углами: Основные типы, конструктивные элементы и размеры.