

государственное автономное профессиональное  
образовательное учреждение Самарской области  
«Самарский колледж сервиса производственного оборудования  
имени Героя Российской Федерации Е.В. Золотухина»



**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ И ЗАЩИТЕ  
КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

**МДК 04.01. Основы организации и планирования  
производственных работ на сварочном участке**

**22.02.06 Сварочное производство  
(базовая подготовка)**

Рассмотрены и одобрены на заседании  
предметной - цикловой комиссией

Протокол № 1  
от «30» 08 2017 г.

Председатель ПЦК Смирнова А.М.

Рассмотрены и одобрены на заседании  
предметной - цикловой комиссией

Протокол №  
от «\_\_» \_\_\_\_\_ 201 г.

Председатель ПЦК \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Рассмотрены и одобрены на заседании  
предметной - цикловой комиссией

Протокол №  
от «\_\_» \_\_\_\_\_ 201 г.

Председатель ПЦК \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Рассмотрены и одобрены на заседании  
предметной - цикловой комиссией

Протокол №  
от «\_\_» \_\_\_\_\_ 201 г.

Председатель ПЦК \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Составитель – Филиппов Ю.В.- преподаватель специальных дисциплин ГАПОУ

Рецензенты:

Надточий О.А., преподаватель ГАПОУ

Дата актуализации	Результаты актуализации	Подпись разработчика

Методические рекомендации по выполнению, оформлению и защите курсового проекта для студентов специальности 22.02.06 Сварочное производство.

Методические рекомендации содержат общие и единые требования к содержанию и оформлению курсового проекта , а также его защите .

## СОДЕРЖАНИЕ

Общие положения, состав и содержание курсового проекта	стр. 3
Введение	4
<b>1. Осуществление текущего и перспективного планирования производственных работ</b>	<b>5</b>
1.1. Расчёт потребности металла для изготовления металлоконструкции в соответствии с чертежом задания и годовой программой выпуска изделия.	5
1.2. Обоснование материала сварной конструкции	5
1.3. Технические условия на изготовление сварной конструкции .	6
<b>2. Произвести технологические расчёты на основе нормативов технологических режимов, трудовых и материальных затрат.</b>	<b>11</b>
2.1. Произвести технологические расчёты сварки металлоконструкции, данные занести в таблицу.	11
2.2. Выбор сварочных материалов.	27
2.3. Определить необходимое количество оборудования необходимое для выполнения годовой программы выпуска.	29
2.4. Определить число рабочих необходимое для выполнения технологического процесса.	31
<b>3. Применять методы и приёмы организации труда, эксплуатации оборудования, оснастки, средств механизации для повышения эффективности производства.</b>	<b>34</b>
3.1. Организация рабочего места в ходе производственного процесса.	34
3.2. Выбор измерительного инструмента для производства сварной конструкции.	36
3.3. Выбор заготовительного оборудования для изготовления металлоконструкции.	36
3.4. Выбор сварочного оборудования.	36
3.5. Выбор зажимных приспособлений и упоров для производства сварной конструкции.	37
3.6. Выбор оборудования для зачистки и контроля сварной конструкции.	38
3.7. Составить технологический процесс изготовления сварной конструкции, выбрать оборудование, инструменты и приспособления для изготовления сварной конструкции, данные занести в маршрутную карту.	39
3.8. Спроектировать план сборочно-сварочного участка с расстановкой на нём выбранного оборудования и рабочих мест.	39

<b>4. Организация ремонта и технического обслуживания сварочного производства по Единой системе планово-предупредительного ремонта.</b>	<b>39</b>
4.1. Обслуживание сварочного, заготовительного и электроинструмента в ходе производственного процесса.	39
4.2. Рассчитать периодичность работ по плановому ТО и ремонту. Составить годовой план - график ППР оборудования.	42
<b>5. Обеспечение профилактики и безопасности условий труда на участке сварочных работ.</b>	<b>46</b>
5.1. Соблюдение техники безопасности перед началом и в ходе производственного процесса.	46
5.2. Освещение сборочно-сварочного участка.	46
5.3. Расчет вентиляции на рабочих местах сборочно-сварочного участка.	46
5.4. Пожарная безопасность	52
5.5. Электробезопасность.	52
Заключение	52
Список использованных источников	54
Стандарты	55
Приложение	57

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ, СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект – это комплексная самостоятельная творческая работа, выполняемая на этапе обучения, в ходе которой учащийся решает конкретные профессиональные задачи, соответствующие уровню образования. Законченный курсовой проект состоит из пояснительной записки объемом 50-70 страниц машинописного текста. Графическая часть выполняется на 4 листах чертежной бумаги.

Курсовое проектирование основывается на знании предметов «Основы организации и планирования производственных работ на сварочном участке», «Технология сварочных работ», «Оборудование, механизация и автоматизация сварочного производства», «Техническое нормирование», «Основное оборудование для производства сварных конструкций».

В результате изученного материала студент должен:

**знать:**

- организацию производственных процессов;
- организацию технической подготовки производства;
- основы управления сварочным производством;
- организацию сборочно – сварочных цехов и участков;

**уметь:**

- составлять планировки участков с расположением на них оборудования;
- выбирать грузоподъемные и транспортные средства;
- использовать литературу по специальности;
- выбирать оборудование по операциям;

Тематика курсовых проектов должна отражать конкретные задачи, стоящие перед отечественными машиностроительными 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.

Тематика курсовых проектов должна быть рассмотрена на заседании цикловой комиссии и утверждена заместителем директора по учебной работе.

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

## **2. Содержание и объём курсового проекта**

Проект в законченном виде состоит из:

- пояснительной записки;
- карты технологического процесса сборки и сварки заданной сварной конструкции;
- маршрутной карты (пооперационной);
- графической части. ( сборочный чертёж изделия); (план участка)

### **2.1. Указания по оформлению пояснительной записки**

Пояснительная записка объемом не менее пятидесяти страниц выполняется на листах писчей бумаги формата А4 (210x297мм) и должна удовлетворять требованиям ЕСКД ГОСТ 2.105 «Общие требования к текстовым документам» и СТП ВТЭМ 001-98.

Текстовая часть работы должна быть представлена в компьютерном варианте. Шрифт – Times New Roman, размер шрифта – 14, полупетельный интервал, выравнивание по ширине. Страницы должны иметь поля (рекомендуемые): нижнее – 2,5; верхнее – 2; левое – 3; правое – 1,5.

Все страницы работы должны быть пронумерованы. Номер страницы ставится на середине листа нижнего поля.

**Опечатки**, описки и графические неточности, допускается исправлять подчисткой или закрашиванием белой краской и нанесением на том же месте исправленного текста (графики).

Допускается выполнять записку от руки чернилами, четко и аккуратно полными словами, без сокращений, за исключением сокращений,

установленных ГОСТ 2.316 с чёткими эскизами карандашом согласно ГОСТ 3.1105-84.

При использовании справочных материалов необходимо делать ссылки на использованную литературу. Приводить полное название использованной литературы справочной и технической записке не следует, достаточно указать страницу и номер таблицы, а в квадратных скобках номер книги, под которым она помещена в списке использованных источников.

Листы пояснительной записки подшиваются, собираются в следующем порядке:

- титульный лист;
- задание на курсовое проектирование;
- отзыв;
- содержание пояснительной записки;
- **далее листы записки в порядке, указанном в содержании;**
- **заключение;**
- **список использованной литературы;**
  - приложение (если требуется).

## Введение

В введение необходимо отразить развитие современного сварочного производства, с использованием которого возрастает производительность труда, повышается качество выпускаемой продукции, снижаются энергозатраты. Рекомендуется описать перспективные направления в развитие сварочного производства в XXI веке.

### 1. Осуществление текущего и перспективного планирования производственных работ

**1.1. Расчёт потребности металла для изготовления металлоконструкции** в соответствии с чертежом задания и годовой программой выпуска изделия. Изучить задание. Изучить сборочный чертеж задания.

По сборочному чертежу определить количество металла для изготовления 1 изделия ( для металлоконструкций в пм.) . С помощью металлокалькулятора определить вес изделия. Просчитать кол-во металла (в тоннах) необходимое для изготовления всего годового объёма производства металлоконструкций.

№ п/п	Количество материала на 1 изделие	Кг.	П.м.	Кол-во на всю годовую программу	Вес, тонн	П.м.
1.	Угол 63×63×6					
2.	Угол 50×50×4					
3.	Лист м <sup>2</sup>					

### 1.2. Обоснование материала сварной 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.

Таблица 1.1 – Химический состав сталей

Марка стали	ГОСТ	Содержание элементов, %						
		С	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	
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	
10ХНД	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 <sup>2</sup>		
					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	
Ст3пс	380-94	380-490	230-250	23-23		29-39	

### 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 ГОСПРОМАТОМНАДЗОРа), 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

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 мм 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. Произвести технологические расчёты на основе нормативов технологических режимов, трудовых и материальных затрат.**

2.1. Произвести технологические расчёты сварки металлоконструкции, данные занести в таблицу. Технологические расчёты производятся в зависимости от выбранного студентом способа сварки, считающим выбранный способ, более высокопроизводительным для производства данной металлоконструкции.

## Расчет режимов сварки покрытыми электродами.

### 2.1.1. Ручная сварка покрытыми электродами

Ручная дуговая сварка выполняется плавящимся или неплавящимся (угольным, графитовым, вольфрамовым, гафниевым) электродом. При сварке плавящимся электродом дуга горит между ним и изделием. Формирование металла шва осуществляется за счет материала электрода и расплавления основного металла в зоне действия дуги. При сварке неплавящимся электродом для формирования металла шва в зону дуги извне подается присадочный материал.

Наибольшее применение получила сварка первым способом, т. е. плавящимся электродом. При этом используются электроды диаметром 1...12 мм. Однако основной объем работ выполняется электродами диаметром 3...6 мм.

В табл. 1.1 приведены характеристики некоторых электродов общего назначения, наиболее распространенных в ремонтной практике для сварки и наплавки.

### Характеристика электродов

Тип электрода	Марка электрода	Коэффициент наплавки, г/А×ч	Разбрызгивание	Расход электродов, кг, на 1 кг наплавленного металла К <sub>э</sub>
Э42	ОМА	10...11	Умеренное	1,45
Э42А	УОНИИ 13/45	8,5	Умеренное	1,60
Э46	АНО-3	8,5	Малое	1,60
Э46	МР-3	7,8	Умеренное	1,70
Э46	ОЗС-6	10,5	Малое	1,60
Э50	ДСК- 50	10,0...11,0	Малое	1,40

Э50А	АНО- 9	10,0	Умеренное	1,70
Э50А	УОНИИ 13/55	8,5...9,0	Умеренное	1,70

Таблица 1.1

К параметрам режима сварки относятся сила сварочного тока, напряжение, скорость перемещения электрода вдоль шва (скорость сварки), род тока, полярность и др.

**Диаметр электрода** выбирается в зависимости от толщины свариваемого металла, типа сварного соединения и положения шва в пространстве.

При выборе диаметра электрода для сварки можно использовать ориентировочные данные (табл. 1.2).

Таблица 1.2

Зависимость диаметра электрода от толщины свариваемого металла

Толщина листов, мм	1...2	3	4...5	6...10	10...15	15 и более
Диаметр электрода, мм	1,6...2,0	2,0...3,0	3,0...4,0	4,0...5,0	5,0	5,0 и более

В многослойных стыковых швах первый слой выполняют электродом диаметром 3...4 мм, последующие слои – электродами большего диаметра.

Сварку в вертикальном положении проводят с применением электродов диаметром не более 5 мм. Потолочные швы выполняют электродами диаметром до 4 мм.

При наплавке изношенной поверхности должна быть компенсирована толщина изношенного слоя плюс 1...1,5 мм на обработку поверхности после наплавки.

**Сила сварочного тока**, А, рассчитывается по формуле

$$I_{св} = K d_{э}, \quad (1.1)$$

где  $K$  – коэффициент, равный 25...60 А/мм;  $d_э$  – диаметр электрода, мм.

Коэффициент  $K$  в зависимости от диаметра электрода  $d_э$  принимается в соответствии с табл. 1.3.

Таблица 1.3

Зависимость коэффициента  $K$  от диаметра электрода

$d_э$ , мм	1...2	3...4	5...6
$K$ , А/мм	25...30	30...45	45...60

Силу сварочного тока, рассчитанную по формуле (1.1), следует откорректировать с учетом толщины свариваемых элементов, типа соединения и положения шва в пространстве. Если толщина металла  $S \geq 3$ , то значение следует увеличить на 10...15 %. Если же  $S \leq 1,5$ , то сварочный ток уменьшают на 10...15 %.

При сварке угловых швов и наплавке значение тока должно быть повышено на 10...15 %. При сварке в вертикальном или потолочном положении значение сварочного тока должно быть уменьшено на 10...15 %.

Для большинства марок электродов, используемых при сварке углеродистых и легированных конструкционных сталей, напряжение дуги  $U_д = 22...28$  В.

**Расчет скорости сварки**, м/ч, производится по формуле

$$V_{св} = \frac{\alpha_n I_{св}}{100 F_{шв} \rho}, \quad (1.2)$$

где  $\alpha_n$  – коэффициент наплавки, г/А×ч (выбирают из характеристики принятого электрода);  $F_{шв}$  – площадь поперечного сечения шва при однопроходной сварке (или одного слоя валика при многослойном шве), см<sup>2</sup>;  $\rho$  – плотность металла электрода, г/см<sup>3</sup> (для стали  $\rho = 7,8$  г/см<sup>3</sup>).

**Масса наплавленного металла**, г, для ручной дуговой сварки рассчитывается по формуле

$$G_n = F_{шв} l \rho, \quad (1.3)$$

$F_{шв}$  где – площадь поперечного сечения шва, см<sup>2</sup>;  $l$  – длина шва, см.

**Для стыковых соединений** площадь поперечного сечения шва  $F_{ш}$ , мм<sup>2</sup> определяется по формуле:

$$F_{ш} = 0,75eg + sb, \quad (1.3)$$

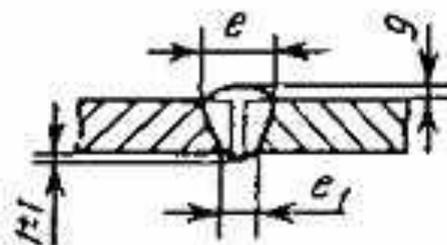
где  $F_{ш}$  – площадь поперечного сечения шва, мм<sup>2</sup>;

$e$  - ширина шва, мм;

$g$  - усиление шва, мм;

$s$  - толщина шва, мм;

$b$  - зазор, мм.



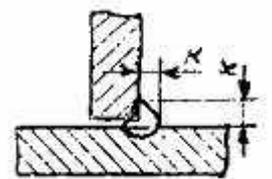
**Определить площадь сечения  $F_{ш}$ , мм, по катету шва, заданного в чертежах, по формуле:**

$$F_{ш} = \frac{\kappa^2}{2} + 1,05 \times \kappa \times q, \quad (1.3)$$

где  $F_{ш}$  - площадь сечения,  $\text{мм}^2$

По ГОСТ 5264-80 усиление углового шва  $q$ , мм, выполненного в нижнем положении, допускается до 30% его катета, т.е.

$$q = 0,3 \times k,$$



где  $q$  - высота усиления шва, мм;

$k$  - катет шва, мм.

**Расчет массы наплавленного металла** при ручной дуговой наплавке производится по формуле

$$G_H = F_{нп} h_H \rho, \quad (1.4)$$

где  $F_{нп}$  – площадь наплаваемой поверхности,  $\text{см}^2$ ;  $h_H$  – требуемая высота наплаваемого слоя, см (с учетом припуска на последующую обработку).

**Время горения дуги** (основное время), ч, определяется по формуле

$$t_0 = \frac{G_H}{I_{св} \alpha_H}. \quad (1.5)$$

**Полное время сварки (наплавки)** приближенно определяется по формуле

$$T = \frac{t_0}{K_{\Pi}}, \quad (1.6)$$

где  $t_0$  – время горения дуги (основное время), ч;  $K_{\Pi}$  – коэффициент использования сварочного поста, который принимается для ручной сварки 0,5...0,55.

**Расход электродов**, кг, для ручной дуговой сварки (наплавки) определяется по формуле

$$G_M = G_H K_3, \quad (1.7)$$

где  $K_3$  – коэффициент, учитывающий расход электродов на 1 кг наплавленного металла (табл. 1.1).

**Расход электроэнергии**, кВт×ч, определяется по формуле :

$$A = \frac{U_d I_{св}}{\eta \cdot 1000} t_0 + W_0 (T - t_0), \quad (1.8)$$

где  $U_d$  – напряжение дуги, В;  $I_{св}$  – сварочный ток, А;  $\eta$  – КПД источника питания сварочной дуги;  $t_0$  – время горения дуги, ч;  $W_0$  – мощность, расходуемая источником питания сварочной дуги при холостом ходе, кВт;  $T$  – полное время сварки или наплавки, ч.

Значения  $\eta$  источника питания сварочной дуги и  $W_0$  можно принять по табл. 1.4.

**Зависимость  $\eta$  и  $W_0$  от рода тока**

Таблица 1.4

Род тока	$\eta$	$W_0$
Переменный	0,8...0,9	0,2...0,4
Постоянный	0,6...0,7	2,0...3,0

Таблица для внесения расчётных данных режимов сварки.

$I_{CB}$ (А)	Полярность (~); (+/-)	$V_{CB}$ (М/ч)	$G_H$ (Г)	$L_{ШВ}$	$F_{ШВ}$ (мм <sup>2</sup> )	$t_0$ (ч)	$T$ (ч)	$G_M$ (кг)	$A$ (кВт×ч)

### 2.1.2. Сварка (наплавка) в углекислом газе проволокой сплошного сечения

В основу выбора диаметра электродной проволоки положены те же принципы, что и при выборе диаметра электрода при ручной дуговой сварке.

Толщина листа, мм	1- 2	3-6	6-24 и более
Диаметр электродной проволоки $d_э$ , мм	0,8-1,0	1,2-1,6	2,0

**Расчет сварочного тока, А,** при сварке проволокой сплошного сечения производится по формуле

$$I_{CB} = \frac{\pi \cdot d_э^2 \cdot a}{4}$$

где  $a$  – плотность тока в электродной проволоке, А/мм<sup>2</sup> (при сварке в CO<sub>2</sub>  $a=110 \div 130$  А/мм<sup>2</sup> ;  $d_э$  – диаметр электродной проволоки, мм.

Механизированные способы сварки позволяют применять значительно большие плотности тока по сравнению с ручной сваркой. Это объясняется меньшей длиной вылета электрода.

Напряжение дуги и расход углекислого газа выбираются в зависимости от силы сварочного тока по табл. 1

Таблица 1.

Зависимость напряжения и расхода углекислого газа от силы сварочного тока
---

Сила сварочного тока, А	50÷60	90÷100	150 ÷160	220 ÷240	280÷300	360÷380	430 ÷450
Напряжение дуги, В	17-28	19-20	21-22	25-27	28-30	30-32	32-34
Расход CO <sub>2</sub> , л/мин	8-10	8-10	9-10	15-16	15-16	18-20	18-20

При сварочном токе 200 ÷ 250 А длина дуги должна быть в пределах 1,5 ÷ 4,0 мм. Вылет электродной проволоки составляет 8 ÷ 15 мм (уменьшается с повышением сварочного тока).

**Скорость подачи электродной проволоки, м/ч**, рассчитывается по формуле

$$V_{\text{ПР}} = \frac{4 \cdot \alpha_{\text{Р}} \cdot I_{\text{СВ}}}{\pi \cdot d_{\text{Э}}^2 \cdot \rho}$$

где  $\alpha_{\text{Р}}$  – коэффициент расплавления проволоки, г/А·ч;  $\rho$  – плотность металла электродной проволоки, г/см<sup>3</sup> (для стали  $\rho = 7,8$  г/см<sup>3</sup>).

Значение  $\alpha_{\text{Р}}$  рассчитывается по формуле

$$\alpha_{\text{Р}} = 3,0 + 0,08 \cdot \frac{I_{\text{СВ}}}{d_{\text{Э}}}$$

**Скорость сварки (наплавки), м/ч**, рассчитывается по формуле

$$V_{\text{СВ}} = \frac{\alpha_{\text{Н}} \cdot I_{\text{СВ}}}{100 \cdot F_{\text{В}} \cdot \rho}$$

где  $\alpha_{\text{Н}}$  - коэффициент наплавки, г/А ч;  $\alpha_{\text{Н}} = \alpha_{\text{Р}} \cdot (1 - \Psi)$ , где  $\Psi$  - коэффициент потерь металла на угар и разбрызгивание. При сварке в CO<sub>2</sub>  $\Psi = 0,1 - 0,15$ ;  $F_{\text{В}}$  - площадь поперечного сечения одного валика, см<sup>2</sup>. При наплавке в CO<sub>2</sub> принимается равным 0,3 - 0,7 см<sup>2</sup>.

**Масса наплавленного металла, г**, сварке рассчитывается по следующим формулам:

при сварке  $G_{\text{Н}} = F_{\text{СВ}} \cdot l \cdot \rho$ ; при наплавочных работах  $G_{\text{Н}} = V_{\text{Н}} \cdot \rho$

где  $l$  – длина шва, см;  $\rho$  – плотность наплавленного металла (для стали  $\rho = 7,8$  г/см<sup>3</sup>);  $V_{\text{Н}}$  - объем наплавленного металла, см<sup>3</sup>.

**Время горения дуги, ч**, определяется по формуле

$$t_{\text{О}} = \frac{G_{\text{Н}}}{I_{\text{СВ}} \cdot \alpha_{\text{Н}}}$$

**Полное время сварки (наплавки), ч**, определяется по формуле

$$T = \frac{t_0}{k_{\Pi}}$$

где  $k_{\Pi}$  – коэффициент использования сварочного поста, ( $k_{\Pi} = 0,6 \div 0,57$ ).

**Расход электродной проволоки, г**, рассчитывается по формуле

$$G_{\text{пр}} = G_{\text{н}} \cdot (1 + \psi)$$

где  $G_{\text{н}}$  – масса наплавленного металла, г;  $\psi$  – коэффициент потерь, ( $\psi = 0,1 - 0,15$ ).

**Расход электроэнергии, кВт·ч**, определяется по формуле

$$A = \frac{U_{\text{д}} \cdot I_{\text{св}}}{\eta \cdot 1000} \cdot t_0 + W_0 \cdot (T - t_0)$$

где  $U_{\text{д}}$  – напряжение дуги, В;  $\eta$  – КПД источника питания: при постоянном токе  $0,6 \div 0,7$ , при переменном  **$0,8 \div 0,9$** ;  $W_0$  – мощность источника питания, работающего на холостом ходе, кВт. На постоянном токе  $W_0 = 2,0 \div 3,0$  кВт, на переменном –  $W_0 = 0,2 \div 0,4$  кВт.

Таблица для внесения расчётных данных режимов сварки.

$I_{\text{св}}$ (А)	Полярность (~); (+/-)	$V_{\text{св}}$ (м/ч)	$U_{\text{д}}$ (В)	$V_{\text{пр}}$ (м/ч)	$G_{\text{г}}$ (л/мин)	$G_{\text{н}}$ (г)	$L_{\text{шв}}$ (см)	$F_{\text{шв}}$ (мм <sup>2</sup> )	$t_0$ (ч)	$T$ (ч)	$G_{\text{м}}$ (кг)	$A$ (кВт ×ч)

### 2.1.3. Автоматическая сварка под флюсом

При сварке под флюсом (рис. 1.8) дуга горит между сварочной проволокой 1 и свариваемым изделием 5 под слоем гранулированного флюса 4. Ролики 2 специального механизма подают электродную проволоку в зону горения дуги 6.

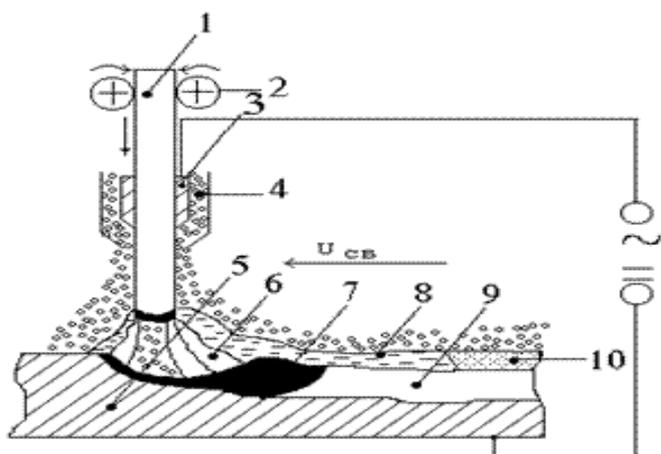


Рис. 1.8. Схема автоматической сварки под флюсом: 1 – сварочная проволока; 2 – механизм подачи проволоки; 3 – скользящий контакт; 4 – флюс; 5 – основной металл; 6 – электрическая дуга; 7 – металлическая ванна; 8 – расплавленный флюс; 9 – наплавленный металл

Сварочный ток переменный или постоянный (прямой или обратной полярности) подводится к проволоке с помощью скользящего контакта 3, а к изделию – постоянным контактом. Сварочная дуга горит в газовом пузыре, который образуется в результате плавления флюса и металла.

Кроме того, расплавленный металл защищен от внешней среды слоем расплавленного флюса 8. По мере удаления дуги от зоны сварки расплавленный флюс застывает и образует шлаковую корку 10, которая впоследствии легко отделяется от поверхности шва.

Флюс засыпается впереди дуги из бункера слоем толщиной 40...80 мм и шириной 40...100 мм. Нерасплавленный флюс после сварки используется повторно. Расплавленные электродный и основной металлы 7 в сварочной ванне перемешиваются и при кристаллизации образуют сварной шов 9.

Сварка под флюсом используется при изготовлении и ремонте конструкций и деталей ответственного назначения, которые должны надежно эксплуатироваться в условиях низких и высоких температур.

Для рассматриваемого вида сварки и наплавки при ремонте подвижного состава наибольшее применение находят флюсы марок АН-348А, АН-348В, ОСЦ-45, АНЦ-1 и др. Такие флюсы рекомендуются для сварки низко- и

среднеуглеродистых сталей. Для сварки и наплавки низко- и среднелегированных сталей используются флюсы АН-348А, АН-60, АН-22 и другие в сочетании с проволоками Св-08А, Св-08ГА и проволоками, легированными хромом, молибденом, никелем.

В табл. 1. приведено назначение некоторых марок флюсов и проволок.

Таблица 1.

**Флюсы и проволока для автоматической сварки**

Марка флюса	Назначение флюса	Рекомендуемые проволоки
АН-348А, АН-348В, АНЦ-1	Сварка и наплавка изделий широкой номенклатуры из углеродистых и низколегированных сталей	Св-08; Св-08А; Св-08ГА; Св-10Г2
АН-60	Сварка и наплавка углеродистых и низколегированных сталей	Св-08; Св-08ГА; Св-08ХМ; Св-10НМА
АН-22	Сварка и наплавка низко- и среднелегированных сталей	Св-08ГА; Св-08ХМ; Св-08ХМФ; Св-08ХГНМГА
АНК-30	Сварка и наплавка углеродистых и низколегированных сталей, в т. ч. хладостойких мелкозернистых повышенной прочности	Св-08, Св-08ГА, Св-08ХМ, Св-08ХМФ, Св-08ХГНМГА

**Расчет сварочного тока, А,** производится по формуле

$$I_{св} = \frac{\pi d_э^2 a}{4},$$

где  $d_э$  – диаметр электродной проволоки, мм;  $a$  – плотность тока, А/мм<sup>2</sup>.

При сварке для более глубокого проплавления рекомендуется использовать высокие значения плотности тока в электродной проволоке

( $a \geq 40 \dots 50 \text{ А/мм}^2$ ), а при наплавке для снижения глубины проплавления принимается  $a \leq 30 \dots 40 \text{ А/мм}^2$ . Диаметр электродной проволоки желательно выбирать таким, чтобы он обеспечил максимальную производительность сварки (наплавки) при требуемой глубине проплавления. Зависимость силы сварочного тока и его плотности на глубину проплавления приведена в табл. 2.

Таблица 2.

Влияние силы сварочного тока и его плотности на глубину проплавления при автоматической сварке под флюсом

Диаметр электродной проволоки, мм	Сила, А, и плотность, А/мм <sup>2</sup> , сварочного тока	Глубина проплавления, мм					
		3	4	5	6	8	10
1	Сила сварочного тока	200	300	350	400	500	600
	Плотность тока	65	104	127	143	157	200
2	Сила сварочного тока	300	350	400	500	625	750
	Плотность тока	43	50	57	71	89	107
3	Сила сварочного тока	375	425	500	550	675	800
	Плотность тока	29	36	40	44	53	64
4	Сила сварочного тока	450	500	550	600	725	825
	Плотность тока	23	26	28	31	37	42

Зависимость напряжения дуги от силы сварочного тока приведена в табл. 3.

Таблица 3.

**Зависимость напряжения дуги от силы сварочного тока**

Сила сварочного тока, А	180...300	300...400	500...600	600...700	700...850	850...1000
Напряжение дуги, В	32...34	34...36	36...40	38...40	40...42	41...43

Наплавку рекомендуется вести на постоянном токе прямой полярности.

Вылет электродной проволоки принимается 30...60 мм, при этом более высокие его значения соответствуют большему диаметру проволоки и силе тока.

**Скорость подачи электродной проволоки**, м/ч, определяется по формуле

$$V_э = \frac{4 \alpha_p I_{св}}{\pi d_{пр}^2 \rho},$$

где  $d_{пр}$  – диаметр проволоки, мм;  $\alpha_p$  – коэффициент расплавления, г/А·ч;  $\rho$  – плотность металла электродной проволоки, г/см<sup>3</sup> (для стали  $\rho = 7,8$  г/см<sup>3</sup>).

Коэффициент расплавления проволоки сплошного сечения при сварке под флюсом определяется по следующим формулам:

- для переменного тока

$$\alpha_p = 7,0 + 0,04 \frac{I_{св}}{d_{пр}};$$

- для постоянного тока прямой полярности

$$\alpha_p = 2 + \sqrt{\frac{I_{св}}{d_{пр}}};$$

- для постоянного тока обратной полярности

$$\alpha_p = 10 \dots 12.$$

**Скорость сварки**, м/ч, определяется по формуле:

$$V_{св} = \frac{\alpha_H I_{св}}{100 F_B \rho},$$

где  $\alpha_n$  – коэффициент наплавки, г/А×ч;  $F_b$  – площадь поперечного сечения одного валика, см<sup>2</sup>;  $\rho$  – плотность металла сварочной проволоки, г/см<sup>3</sup>.

### Коэффициент наплавки

$$\alpha_n = \alpha_p (1 - \psi),$$

где  $\psi$  – коэффициент потерь металла на угар и разбрызгивание, принимается равным 0,02...0,03.

При наплавке площадь поперечного сечения валика, укладываемого за один проход, можно принять равной  $F_b = 0,3...0,6$  см<sup>2</sup>.

Масса наплавленного металла, г, определяется по формуле

$$G_n = V_n \rho,$$

где  $V_n$  – объем наплавленного металла, см<sup>3</sup>;  $\rho$  – плотность наплавленного металла (для стали  $\rho = 7,8$  г/см<sup>3</sup>).

Объем наплавленного металла, см<sup>3</sup>, определяется как

$$V_n = F_n h,$$

где  $F_n$  – площадь наплавленной поверхности, см<sup>2</sup>;  $h$  – высота наплавленного слоя, см (с учетом припуска на обработку 2...3 мм).

Расход сварочной проволоки, г, определяется по формуле:

$$G_{\text{пр}} = G_{\text{н}} (1 + \psi),$$

где  $G_{\text{н}}$  – вес наплавленного металла, г;  $\psi$  – коэффициент потерь на угар и разбрызгивание.

**Расход флюса**, г/пог. м, определяется по формуле:

$$G_{\text{ф}} = \frac{(U_{\text{д}} - 1,8) 780}{V_{\text{св}}},$$

где  $U_{\text{д}}$  – напряжение на дуге, В;  $V_{\text{св}}$  – скорость сварки, м/ч.

**Время горения дуги**, ч, определяется по формуле :

$$t_{\text{o}} = \frac{G_{\text{н}}}{I_{\text{св}} \alpha_{\text{н}}}.$$

**Полное время сварки**, ч, определяется по формуле:

$$T = \frac{t_{\text{o}}}{K_{\text{п}}},$$

где  $K_{\text{п}}$  – коэффициент использования сварочного поста,  $K_{\text{п}} = 0,6 \dots 0,7$ .

**Расход электроэнергии**, кВт·ч, определяется из выражения

$$A = \frac{U_{\text{д}} I_{\text{св}}}{\eta \cdot 1000} t_{\text{o}} + W_{\text{o}} (T - t_{\text{o}}),$$

где  $U_{\text{д}}$  – напряжение на дуге, В;  $I_{\text{св}}$  – сварочный ток, А;  $\eta$  – КПД источника питания (на постоянном токе  $\eta = 0,6 \dots 0,7$ ; на переменном  $\eta = 0,8 \dots 0,9$ );  $t_{\text{o}}$  – время горения дуги, ч;  $W_{\text{o}}$  – мощность, расходуемая при холостом ходе, кВт×ч (на постоянном токе она равна 2,0...3,0; на переменном – 0,2...0,4).

Таблица для внесения расчётных данных режимов сварки.

$I_{CB}$ (А)	Полярность ( $\sim$ ); (+/-)	$V_{CB}$ (М/Ч)	$U_D$ (В)	$V_{прв}$ (М/Ч)	$G\phi$ , (Г/П.М.)	$G_H$ (Г)	$L_{шв}$ , (СМ)	$F_{шв}^2$ (ММ <sup>2</sup> )	$t_0$ , (Ч)	$T$ , (Ч)	$G_M$ , (КГ)	$A$ (КВТ $\times$ Ч)

## 2.2. 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<sub>2</sub> предусматривает два сорта сварочной углекислоты: первый сорт - с содержанием CO<sub>2</sub> не менее 99,5%, второй сорт - с содержанием CO<sub>2</sub> 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.

### **2.3. Определить необходимое количество оборудования необходимое для выполнения годовой программы выпуска.**

Требуемое количество оборудования рассчитывается по данным техпроцесса.

Определяем действительный фонд времени работы оборудования  $\Phi_d$ , ч, по формуле:

$$\Phi_d = (D_p \cdot t_n - D_{пр} \cdot t_c) \cdot K_{пр} \cdot K_c,$$

где  $\Phi_d$  - действительный фонд времени работы оборудования, ч;

$D_p=249$  - число рабочих дней;

$D_{пр}=9$  - число предпраздничных дней;

$t_n$  - продолжительность смены, час;

$t_c=1$  - число часов, на которое сокращен рабочий день перед праздниками ( $t_c=1$  час);

$K_{по}=0,95$  - коэффициент, учитывающий простои оборудования в ремонте;

$K_c$  - число смен.

Определяем общую трудоёмкость, программы  $T_o$ , н-ч, сварных конструкций по операциям техпроцесса:

$$T_o = \frac{T_{шт.} \cdot B}{60},$$

где  $T_o$  - общая трудоёмкость, программы, н-ч;

$T_{шт.}$  - норма штучного времени сварной конструкции по операциям техпроцесса, мин;

$B$  - годовая программа, шт.

Результаты расчётов сводим в таблицу 1.

Таблица 1. - Ведомость трудоёмкости изготовления сварных конструкций

Наименование сварных конструкций	Наименование операций	Норма штучного времени, $T_{шт.}$ , мин	Программа, $B$ , шт	Трудоёмкость, $T$ , н-ч
Основная сварная конструкция	Сборочная	$T_{шт.сб.} =$		
	Сварочная	$T_{шт.св.} =$		
	Слесарная	$T_{шт.сл.} =$		

Рассчитываем количество оборудования  $C_p$  по операциям техпроцесса:

$$C_p = \frac{T}{\Phi_d \cdot K_n},$$

где  $C_p$  - количество оборудования по операциям техпроцесса, шт;

$T$  - трудоёмкость программы по операциям, н-ч;

$\Phi_d$  - действительный фонд времени работы оборудования, ч;

$K_n$  - коэффициент выполнения норм ( $K_n = 1,1 \dots 1,2$ ).

$$T = \sum T_{шт.} \cdot B,$$

где  $T_{шт.}$  - норма штучного времени сварной конструкции по операциям техпроцесса, мин;

$V$  - годовая программа, шт.

Принятое количество оборудования,  $C_n$ , определяем путём округления расчётного количества в сторону увеличения до ближайшего целого числа. Следует иметь в виду, что допускаемая перегрузка рабочих мест не должна превышать 5-6%.

Расчёт коэффициента загрузки оборудования.

По каждой операции:

$$K_o = \frac{C_p}{C_n},$$

где  $K_o$  - коэффициент загрузки оборудования;

$C_p$  - количество оборудования по операциям техпроцесса, шт;

$C_n$  - принятое количество оборудования, шт.

Средний по расчёту:

$$K_{o.ср.} = \frac{\sum C_p}{\sum C_n},$$

где  $K_{o.ср.}$  - средний коэффициент загрузки оборудования;

$\sum C_p$  - суммарное количество оборудования по операциям техпроцесса, шт;

$\sum C_n$  - суммарное принятое количество оборудования, шт.

Необходимо стремиться к тому, чтобы средний коэффициент загрузки оборудования был возможно ближе к единице. В серийном производстве величина его должна быть не менее 0,75...0,85, а в массово-поточном и крупносерийном - 0,85...0,76, в единичном производстве - 0,8... 0,9 при двухсменной работе цехов.

#### **2.4. Определить число рабочих необходимое для выполнения технологического процесса.**

Определяем численность производственных рабочих (сборщиков, сварщиков). Численность основных рабочих  $P_{op}$ , определяется для каждой операции по формуле:

$$P_{op} = \frac{T_{год}}{\Phi_{др} \cdot K_v},$$

где  $P_{op}$  - численность основных рабочих, ч;

$T_{год}$  - годовая трудоёмкость программы по операциям, н-ч;

$\Phi_{др}$  - действительный годовой фонд рабочего времени одного рабочего, ч;

$K_v$  - коэффициент выполнения норм выработки (1,1... 1,3).

$$T_{год} = T_{шт} \cdot B,$$

где  $T_{год}$  - годовая трудоёмкость программы по операциям, н-ч;

$T_{шт}$  - норма штучного времени сварной конструкции по операциям техпроцесса, мин;

$B$  - годовая программа, шт.

$$\Phi_{др} = \Phi_d / K_c,$$

где  $\Phi_{др}$  - действительный годовой фонд рабочего времени одного рабочего, ч;

$\Phi_d$  - действительный фонд времени работы оборудования;

$K_c$  - число смен.

Число рабочих округляется до целого числа с учетом количества оборудования.

При поточной организации производства число основных рабочих определяется по числу единиц оборудования с учетом его загрузки, возможного совмещения профессий и планируемых невыходов по уважительным причинам. Исходя из этого, определяем суммарное количество основных рабочих  $P_{o.p.}$

Определяем численность вспомогательных рабочих  $P_{вр}$ , по формуле:

$$P_{вр} = P_{op} \cdot 0,15,$$

где  $P_{вр}$  - численность вспомогательных рабочих, чел;  
 $P_{о.р.}$  - суммарное количество основных рабочих, чел.

Определяем численность служащих  $P_{сл}$ , по формуле:

$$P_{сл} = (0,1 \dots 0,15) \cdot (P_{ор} + P_{вр}),$$

где  $P_{сл}$  - численность служащих, чел;  
 $P_{вр}$  - численность вспомогательных рабочих, чел;  
 $P_{о.р.}$  - суммарное количество основных рабочих, чел.

В том числе численность руководителей (мастеров)  $P_{рук}$ , по формуле:

$$P_{рук} = 0,3 \cdot P_{сл},$$

где  $P_{рук}$  - численность руководителей (мастеров), чел;  
 $P_{сл}$  - численность служащих, чел.

Определяем численность специалистов (технологов)  $P_{спец}$ , по формуле:

$$P_{спец} = 0,5 \cdot P_{сл},$$

где  $P_{спец}$  - численность специалистов (технологов), чел;  
 $P_{сл}$  - численность служащих, чел.

Определяем численность технических исполнителей (табельщиков)  $P_{тех.исп.}$ , по формуле:

$$P_{тех.исп.} = 0,2 \cdot P_{сл},$$

где  $P_{тех.исп.}$  - численность технических исполнителей (табельщиков), чел;  
 $P_{сл}$  - численность служащих, чел.

Результаты расчётов занести в таблицу 1.

Таблица 1. - Численность работающих

Категории работающих	Количество	Разряд
<b>Основные:</b> - сборщик - сварщик - сборщик-сварщик - слесарь		
<b>Итого</b>		
<b>Вспомогательные рабочие:</b> - наладчик - слесарь-ремонтник		
<b>Итого</b>		
<b>Служащие:</b> - мастер - технолог - табельщик - контролер		
<b>Итого</b>		

### **3. Применять методы и приёмы организации труда, эксплуатации оборудования, оснастки, средств механизации для повышения эффективности производства.**

#### **3.1. Организация рабочего места в ходе производственного процесса.**

Научная организация труда (НОТ) на предприятии есть совокупность организационных, технологических и санитарно-гигиенических мероприятий, обеспечивающих наиболее целесообразное использование рабочего времени, производственных навыков и творческих способностей каждого члена коллектива, способствующих устранению тяжелого ручного труда, неблагоприятных воздействий окружающей среды на организм работающего, снижение травматизма. Правильная организация рабочего места сварщика способствует не только повышению производительности труда и качества сварки, но и обеспечению безопасных условий работы, снижению травматизма и несчастных случаев.

В зависимости от габаритов свариваемых изделий и характера производства рабочее место сварщика может быть расположено либо в специальной кабине, либо в цехе или непосредственно на сборочном объекте. Размеры

кабины должны быть не менее 2x2 м<sup>2</sup>. Стены кабины делают высотой 1,8-2 м. Для лучшей вентиляции между полом к нижним обрезами стенки оставляют просвет 150-200 мм. В качестве материала для стен кабины можно использовать тонкое железо, а также фанеру, брезент, прочитанные огнестойким составом, или другие огнестойкие материалы. Каркас кабины делают из металлических труб или уголкового стали. Дверной проем кабины обычно закрывают брезентовым занавесом, укрепленным на кольцах.

Как указывалось выше, для окраски стен кабины рекомендуется применять цинковые белила, желтый крон, титановые белила, которые хорошо поглощают ультрафиолетовые лучи. Окраска сварочных цехов и кабин в темные цвета не рекомендуется, так как при этом ухудшается общая освещенность места сварки. В тех случаях, когда сварочные работы приходится выполнять на открытых участках цеха, места сварки со всех сторон надо огораживать щитами или ширмами. Наружные стороны таких ограждающих устройств рекомендуется окрашивать в яркие цвета (лучше в виде «зебры»), чтобы они лучше просматривались. Чтобы предупредить посторонних лиц об опасности, на таких щитах надо делать крупными буквами надписи: «Осторожно, идет сварка»!

В организации сварочных работ важное значение имеет правильное размещение оборудования. Многопостовые агрегаты и установки, состоящие из нескольких сварочных агрегатов, располагают в отдельном помещении или на площади общего производственного помещения, огражденной постоянными перегородками высотой не менее 1,7 м. Сварочные преобразователи при работе создают шум, оказывающий вредное действие на нервную систему человека, вызывая понижение внимания и снижение работоспособности. По этой причине все сварочные преобразователи надо изолировать в помещении цеха или вынести их за пределы производственного помещения, огорожив со всех сторон и укрыв от атмосферных осадков.

В стационарных многопостовых сварочных установках присоединение сварочных постов к электросварочному агрегату осуществляют через общий щит, на котором должны находиться необходимые измерительные приборы, защитные средства, сигнальные лампочки, рубильники и зажимы для присоединения сварочных постов. При однопостовой сварке должны быть предусмотрены индивидуальные щиты, оборудованные вольтметром и сигнальной лампочкой, указывающей сварщику на наличие или отсутствие напряжения в сварочной цепи.

Проходы между многопостовыми сварочными агрегатами и между установками автоматической сварки должны быть не менее 1,5 м; проходы

между однопостовыми сварочными трансформаторами или между сварочными генераторами, а также проходы с каждой стороны стеллажа или стола для выполнения ручных сварочных работ - не менее 1 м. Расстояние между стационарным сварочным агрегатом и стеной или колонной должно составлять не менее 0,5 м, а расстояние между стеной или колонной и сварочным автоматом - не менее 1 м. Проходы между машинами точечной и шовной (роликовой) сварки с расположением рабочих мест напротив друг друга должны быть не менее 2 м, а между машинами стыковой сварки — не менее 3 м. При расположении перечисленных выше машин тыльными сторонами друг к другу ширина проходов должна быть не менее 1 м, а при расположении передними и тыльными сторонами друг к другу - не менее 1,5 м.

### **3.2. Выбор измерительного инструмента для производства сварной конструкции.**

В курсовом проекте необходимо перечислить и описать выбранный измерительный инструмент необходимый для изготовления и контроля качества сварной конструкции, сварочного узла.

### **3.3. Выбор заготовительного оборудования для изготовления металлоконструкции.**

В данном разделе в соответствии с установленным технологическим процессом производят выбор заготовительного оборудования. Основными условиями выбора служат:

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

Основным условием при выборе заготовительного оборудования является тип производства.

Так, при единичном и мелкосерийном производстве из экономических соображений необходимо более дешевое оборудование.

Для подбора рациональных типов оборудования следует пользоваться новейшими данными справочной и информационной литературы, каталогами и проспектами по металлорежущему и заготовительному оборудованию, в которых приведены технические характеристики.

### **3.4. Выбор сварочного оборудования.**

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 дешевое 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.

### **3.5. Выбор зажимных приспособлений и упоров для производства сварной конструкции.**

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 оптимальный 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.

### **3.6. Выбор оборудования для зачистки и контроля сварной конструкции.**

Укажите, 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.).

**3.7. Составить технологический процесс изготовления сварной конструкции, выбрать оборудование, инструменты и приспособления для изготовления сварной конструкции, данные занести в технологическую и маршрутную карту.**

**3.8. Спроектировать план сборочно-сварочного участка с расстановкой на нём выбранного оборудования и рабочих мест.**

Планировку цеха или участка, необходимо выполнить с использованием прикладных программ: «Компас-3Д», или Office Visio.

## **4. Организация ремонта и технического обслуживания сварочного производства по Единой системе планово-предупредительного ремонта.**

**4.1. Обслуживание сварочного, заготовительного и электроинструмента в ходе производственного процесса.**

Система технического обслуживания и ремонта электросварочных установок разрабатывается и осуществляется в соответствии с принятой у потребителя схемой с учетом требований настоящей главы, инструкций по эксплуатации

этих установок, указаний завода-изготовителя, норм испытания электрооборудования и местных условий.

### Техническое обслуживание сварочных установок

Техническое обслуживание электросварочного оборудования в производственных условиях состоит из ежедневных осмотров.

Ежедневно перед началом работы проверяют надёжность заземления и присоединения сварочных кабелей к источнику питания и сварочной головке. Осматривают состояние оборудования, обращая внимание на изоляцию проводов, особенно в местах перегибов. Проверяют и проводят осмотр состояния контактов контактора, всех внешних соединений, изоляции проводов, токопроводов, мундштуков, шлангов, полуавтоматов, а так же аппаратуру управления. Перед пуском в работу всю сварочную установку, пульт управления и источник питания протирают чистой ветошью. Один раз в неделю прочищают и продувают шланги, газовую водяную магистрали.

Один раз в месяц проводят ревизию всех механизмов сварочного оборудования, зачищают наконечники, проверяют надёжность крепления проводов на клеммниках, измеряют сопротивление изоляции всех проводов и обмоток, продувают оборудование сухим сжатым воздухом. Контролируют уровень масла и отсутствие течи в редукторах и смазку подшипников. Проверяют нагревы контактов, магнитопроводов и обмоток. Смазывают ходовые винты трансформаторов смазкой УТ-1. Проверяют работу сигнальных систем и заземляющих устройств. Проверяют наличие соответствующих надписей на щитах и панелях

Один раз в год меняют смазку трущихся частей в коробке перемещения винта и в других частях механизмов сварочных трансформаторов. У водоохлаждаемых источников питания промывают медные трубки с помощью насоса сначала 3% водным раствором HCl, затем водой и продувают сухим сжатым воздухом

### Ремонт электросварочного оборудования

Различают несколько видов ремонта:

1. Капитальный
2. Средний
3. Текущий

Капитальный ремонт проводят для устранения всех неисправностей и восстановления ресурса изделия с заменой или восстановлением любых его

частей включая и базовые. Под базовой частью понимают основную часть изделия, предназначенную для его компоновки и установки других составных частей. Изделие после капитального ремонта должно отвечать тем же заводским данным.

Капитальные ремонты электросварочного оборудования для дуговой сварки проводят через каждые 2400 часов работы при общем сроке его службы до списания 5 лет. При среднем ремонте ресурс изделия восстанавливают частично и заменяют или восстанавливают ограниченную номенклатуру его составных частей согласно нормативно-технической документации. Этот ремонт осуществляют как специализированные, так и эксплуатационные организации. Текущий ремонт выполняют для обеспечения или восстановления работоспособности путём замены, восстановления отдельных его частей. Он может быть осуществлён без демонтажа изделия, но требует остановки оборудования и отключения его от сети. В объём работ при текущем ремонте входят операции технического обслуживания; частичная разборка, выявление дефектов деталей, их ремонт или замена; проверка заземления, аппаратуры, её регулировка и т.д.

Виды ремонта могут быть плановыми, неплановыми, регламентированными и по техническому состоянию.

Ремонт, который осуществляется в соответствии с требованиями нормативно-технической документации называют плановым.

Ремонт, который производят в следствие аварии или других непредусмотренных ситуаций называют неплановым ремонтом.

Регламентированный ремонт- это плановый ремонт, выполняемый с периодичностью и в объёме, установленными эксплуатационными документами независимо от технического состояния изделия в момент начала ремонта.

Ремонтом по техническому состоянию называют такой ремонт оборудования, который осуществляется в результате периодического контроля его технического состояния согласно нормативно-технической документации.

## **4.2. Рассчитать периодичность работ по плановому ТО и ремонту. Составить годовой план - график ППР оборудования.**

**Планово-предупредительный ремонт (ППР)** – это комплекс организационно-технических мероприятий по надзору, уходу и всем видам ремонта, которые проводятся периодически по заранее составленному плану. Благодаря этому предупреждается преждевременный износ оборудования, устраняются и предупреждаются аварии, системы противопожарной защиты поддерживаются в постоянной эксплуатационной готовности.

Система планово-предупредительного ремонта включает в себя следующие виды технического ремонта и обслуживания:

- еженедельное техническое обслуживание,
- ежемесячный текущий ремонт,
- ежегодный планово-предупредительный ремонт,

Ежегодный планово-предупредительный ремонт проводится в соответствии с годовым план-графиком ППР оборудования.

Составление графика ППР

Годовой график планово-предупредительного ремонта, на основе которого, определяется потребность в ремонтном персонале, в материалах, запасных частях, комплектующих изделиях. В него включается каждая единица, подлежащая капитальному и текущему ремонту.

Для составления годового графика планово-предупредительного ремонта (графика ППР) нам понадобятся нормативы периодичности ремонта оборудования. Эти данные можно найти в паспортных данных завода-изготовителя, если завод это специально регламентирует, либо использовать справочник «Система технического обслуживания и ремонта».

Имеется некоторое количество оборудования. Все это оборудование необходимо внести в график ППР.

В графе 1 указывается наименование оборудования, как правило, краткая и понятная информация об оборудовании.

В графе 2 – кол-во оборудования

В графе 3-4 – указываются нормативы ресурса между капитальными ремонтами и текущими.(см приложение 2)

Графах 5-6 – трудоемкость одного ремонта ( см табл 2 приложение 3) на основании ведомости дефектов.

В графах 7-8 – указываются даты последних капитальных и текущих ремонтов (условно принимаем январь месяц текущего года)

В графах 9-20 каждая из которых соответствует одному месяцу, условным обозначением указывают вид планируемого ремонта: К – капитальный, Т – текущий.

В графах 21 и 22 соответственно записываются годовой простой оборудования в ремонте и годовой фонд рабочего времени.

## Годовой план-график планово-предупредительного ремонта

Наименование оборудования	Номер по схеме (инвентарный №)	Норматив ресурса между ремонтами (числитель) и простой (знаменатель)				Дата последнего ремонта					Условное обозначение ремонта (числитель) и время простоя в ремонте, ч (знаменатель)												Годовой простой в ремонте, ч	Годовой фонд рабочего времени, ч	
											ЯНВАРЬ	ФЕВРАЛЬ	МАРТ	АПРЕЛЬ	МАЙ	ИЮНЬ	ИЮЛЬ	АВГУСТ	СЕНТЯБРЬ	ОКТЯБРЬ	НОЯБРЬ	ДЕКАБРЬ			
		T <sub>1</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>1</sub>	K	K	T <sub>1</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>1</sub>	K															
1	2	3	4	5		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	

Учет времени работы оборудования

№ п/п	Наименование оборудования	Месяц года											
		январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1													
2													
3													
4													
5													

## 5. Обеспечение профилактики и безопасности условий труда на участке сварочных работ.

5.1. Кратко описать организацию рабочего места во время производственного процесса. Хранение электросварочного и газосварочного оборудования, нормативы установки оборудования от стен, проходов и другого оборудования. Хранение сварочных материалов (сварочной проволоки, электродов, флюсов, защитных и горючих газов).

### 5.2. Освещение сборочно-сварочного участка.

В сборочно-сварочных цехах целесообразно создание системы общего освещения локализованного или равномерного общего с использованием переносных светильников местного освещения. Уровни освещенности для сварочных работ установлены в соответствии с нормативными документами для люминесцентных ламп  $E_{cp}=150$ лк., для ламп накаливания  $E_{cp}= 50$  лк.

Число ламп  $L$ , необходимых для освещения, подсчитывают по формуле

$$L = \frac{E_{cp} \times A}{F_o \times \eta},$$

где  $L$  - число ламп, шт;

$E_{cp}$  – средняя освещенность, лк;

$A$  – площадь помещения, м<sup>2</sup>;

$F_o$  – световой поток одной лампы, лм, принимается по таблице 5.2.2.;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока.

Коэффициент  $\eta$  выбираем по таблице 5.2.1. в зависимости от показателя помещения  $i$

$$i = \frac{a \times b}{H_p \times (a + b)},$$

где  $i$  - показатель помещения;

$a$  и  $b$  – ширина и длина помещения, м;

$H_p$  – высота светильников над рабочей поверхностью, м, ( $H_p \approx 5 \dots 6$  м).

Таблица 5.2.1 – Значения коэффициента использования светового потока в зависимости от показателя помещения.

Показатели помещения, $i$	0,5	0,6	0,8	1	1,5	2	3	4	5
Коэффициент, $\eta$	0,2	0,25	0,32	0,37	0,42	0,48	0,51	0,53	0,54

Таблица 5.2.2. – Световые и электротехнические параметры ламп (напряжение 220В)

Лампы накаливания		Люминесцентные лампы	
Тип	Световой поток $F$ , лм	Тип	Световой поток $F$ , лм
НБ-15	150	Л <sub>ду</sub> 20	820
НБ-25	220	ЛД 20	920
НБ-40	400	ЛБ 20	1180
НБК-40	460	ЛДЦ 30	1450
ПБ-60	715	ЛД 30	1640
НБК-100	1450	ЛБ 30	2100
НГ-150	2000	ЛБЦ 40	2100
НГ-200	2800	ЛД 40	2340

НГ-300	4600	ЛБ 40	3000
НГ-500	8300	ЛДЦ 80	3560
НГ-750	13100	ЛД 80	4070
НГ-1000	18600	ЛБ 80	5220

Примечание - При пользовании таблицей выберите сначала тип ламп.

Ниже приведены данные на промышленные светодиодные светильники, которыми предпочтительно заменить, лампы накаливания или люминесцентные лампы.

Тип изделия	Потребляемая мощность, не более, Вт	Световой поток, Лм	Габаритный размер, мм
Эколюмен 3500/1200	34	3500	1180x145x60
Эколюмен 5300/1200	50	5300	1180x145x60
Эколюмен 7000/1200	65	7000	1180x145x60
Эколюмен 8500/1200	80	8500	1180x145x60
Эколюмен 10100/200	92	10100	2000x145x60
Эколюмен 14000/2000	125	14000	2000x145x60
Эколюмен 17500/2000	155	17500	2000x145x60

**Светодиодные светильники Эколюмен серии 3500...17500** это промышленные и офисные светодиодные светильники. Они предназначены для освещения производственных и офисных помещений, цехов, складов, торговых помещений, бассейнов, вокзалов, гаражей. Допускается применение в пыльных помещениях и помещениях с повышенной влажностью. Являются улучшенной заменой люминесцентных светильников ЛСП 2x36, Айсберг 2x36, Arctic 2x36, при этом параметры светильников позволяют использовать один светодиодный вместо нескольких люминесцентных светильников. Светодиодные светильники этой серии позволяют использовать их в качестве модульной системы освещения. Светодиодная модульная система освещения существенно упрощает выравнивание и монтаж светильников на потолке, при использовании их для освещения крупных объектов.

### 5.3. Расчет вентиляции на рабочих местах сборочно-сварочного участка.

Местные отсосы могут быть совмещены с технологическим оборудованием и не связаны с оборудованием. Они могут быть стационарными и нестационарными, подвижными и неподвижными.

При ручной, автоматической и полуавтоматической сварке в среде защитных газов небольших деталей на стационарных рабочих местах рекомендуется принять следующие устройство:

- панели равномерного всасывания;
- столы с подвижным укрытием и со встроенным местным отсосом;
- столы для сварщика с встроенным (верхним и нижнем) отсосом и др.

Стол на стационарных постах и кабине оборудуются панелями равномерного всасывания следующих размеров:

Гп 600х645, Гп 750х645, Гп 900х645 мм.

Часовой объем вытяжки загрязненного воздуха  $L_v$ , м<sup>3</sup>/ч определяется по формуле

$$L_v = V \times A \times 3600 ,$$

где  $L_v$  - часовой объем вытяжки загрязненного воздуха, м<sup>3</sup>/ч;

$V$  – скорость движения воздуха в воздуховоде. ( $V = 3...4$  м<sup>3</sup>/ч);

$A$  – площадь сечения воздуховода, м<sup>2</sup>.

$$A = 0,25 \times A_n,$$

где  $A$  – площадь сечения воздуховода, м<sup>2</sup>;

$A_n$  – площадь панели, м<sup>2</sup>.

Подсчитав величину  $L_v$ , подбираем вентилятор и тип электродвигателя для местного отсоса.

Типы местных отсосов для сварки под флюсом: щелевой, перфорированный, приближенный, флюсоотсос и др.

Количество воздуха  $L$ , м<sup>3</sup>/ч удаляемого местным отсосом определяется по формуле

$$L = K\sqrt[3]{I},$$

где  $L$  - количество воздуха, удаляемого местным отсосом, м<sup>3</sup>/ч;

$I$  – сила сварочного тока, А;

$K$  – коэффициент:

- для щелевого отсоса  $K=12$ ;

- для двойного отсоса  $K=16$ .

Подсчитав величину  $L$ , подбираем № вентилятора и тип электродвигателя для местного отсоса.

Рекомендуются вентиляторы высокого давления:

№ 5 - при количестве отсосов до 8;

№ 8 - при количестве отсосов от 8 до 40.

Пример расчета.

Подобрать вентилятор и электродвигатель для местной вытяжной вентиляции сварочного поста при сварке мелких изделий.

Для механизированной сварки в СО<sub>2</sub> панель местного отсоса равномерного всасывания принимается 600х645 мм ( $A_n$ ).

Определяем часовой объем вытяжки загрязненного воздуха  $L_v$ , м<sup>3</sup>/ч по формуле

$$L_g = V \times A \times 3600 ,$$

где  $L_B$  - часовой объем вытяжки загрязненного воздуха,  $m^3/ч$ ;

$V$  – скорость движения воздуха в воздуховоде,  $m^3/ч$ , ( $V = 3...4 m^3/ч$ );

$A$  – площадь сечения воздуховода,  $m^2$ , ( $A = 0,25A_n$ ).

$$A = 0,25A_n = 0,25 \times 0,6 \times 0,645 = 0,0967 m^2,$$

$$L_B = 3 \times 0,0967 \times 3600 = 1044 m^3/ч.$$

Выбираем по таблице вентилятор № 2 с воздухообменом  $1200 m^3/час$ ,  
электродвигатель 4A100S2Y3

Таблица 5.3.1 - Данные для выбора центробежных вентиляторов серии ЭВР

п, мин <sup>-1</sup>	Воздухопоток, м <sup>3</sup> /час	Тип электродвигателя
1	2	3
1425	200	4A100S4Y3
	300	
	400	
	500	
	600	
	700	
	800	
	9000	
2880	200	4A100S2Y3
	400	
	600	
	800	
	1000	
	1200	
	1400	

	1600	
	1800	
950	800	4A10L6УЗ
	1200	
	1600	
	2000	
	2500	

#### **5.4. Пожарная безопасность.**

В этой главе необходимо коротко описать противопожарные мероприятия при выполнении сварочных и заготовительных работ на сборочно-сварочном участке, обеспечение участка в зависимости от площади огнетушителями и противопожарным инвентарём.

#### **5.5. Электробезопасность.**

В главе электробезопасность, необходимо описать способы защиты работников участка от поражения электрическим током.

### **Заключение**

В заключении необходимо отразить конструкторские и технологические мероприятия, разработанные в курсовом 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 ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Оборудование для механизированной дуговой сварки и наплавки / Под ред. А. И. Четверо и др. – М.: Машиностроение, 2011. – 264 с.
2. Севбо П. И. Конструирование и расчет механического сварочного оборудования. – Киев: Наук. Думка, 2008. – 400 с.
3. Николаев Г. А. и др. Сварные конструкции. Технология изготовления. Автоматизация производства и проектирование сварных конструкций: Учеб. Пособие. – М.: Высшая школа, 2012. – 344 с.
4. Евстифеев Г. А., Веретенников И. С. Средства механизации сварочного производства: Конструирование и расчет. – М.: Машиностроение, 2012. – 96 с.
5. Гитлевич А. Д., Этингер Л. А. Механизация и автоматизация сварочного производства: Учеб. Для техникумов. – 2-е изд. Перераб. – М.: Машиностроение, 2012. – 280 с.
6. Гитлевич А.Д. и др. Альбомы механического оборудования сварочного производства. – М.: Высш. Школа, 2004. – 159 с.
7. Ящур А.И. Справочник Система технического обслуживания и ремонта энергетического оборудования. – М.: Машиностроение, 2008
8. Галушкина В.Н. Технология производства сварных конструкций: учебник для нач. проф. образования. – М.: «Академия», 2012.- 192с.
9. Сварка и резка материалов: Учеб. Пособие для нач. проф. образован. М.Д. Банов, Ю.В. Казаков, М.Г. Козулин и др.; Под ред. Ю.В.Казакова.
10. Рыбаков В.М. Дуговая и газовая сварка. М.: Высшая школа, 2008.
11. Овчинников В.В. Охрана труда при производстве сварочных работ: учеб. Пособие / В.В.Овчинников. – М.: Издательский центр «Академия»,2008. – 64 с. - (Сварщик).

### Интернет ресурсы:

1. [www. Svarka.ru](http://www.Svarka.ru)
2. [www. Stroyka-ip.ru](http://www. Stroyka-ip.ru)
3. [www. Dukon.ru](http://www. Dukon.ru)
4. [www. Uraltermosvar.ru](http://www. Uraltermosvar.ru)
5. [www. Cncexpert.ru](http://www. Cncexpert.ru)

## 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.
- 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.

## Приложения

### НОРМАТИВЫ ПЕРИОДИЧНОСТИ, ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ И ТРУДОЕМКОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА

№ п/п	Наименование оборудования	Нормативы ресурса между ремонтами		Время простоя оборудования	
		Т	К	Т	К
1	2	3	4	5	6
1	Кран мостовой Q=3.2т	6000	24000	16	32
2	Монтажная пила Metabo CS 23-355	1200	3500	2	8
3	Токарно - винторезный станок 16K20	6720	40320	8	40
4	Наждак	12500	37500	2	4
5	Машина листогибочная ИБ 2144	3000	9000	2	6
6	Пресс ножницы комбинированные НБ 5221Б	3500	10500	4	8
7	Ленточнопильный станок Ergonomic 320.250DG	20000	40000	4	16
8	Ножницы кривошипные НЗ118	1500	6000	4	8
9	Трансформатор сварочный	1200	2400	16	32
10	Машина листогибочная трехволковая ИБ 2216	4000	12000	16	32
11	Отделочно- расточной вертикальный станок 2733П	2800	11200	4	8
12	Зигмашина ВМ С76В	20000	40000	1	2
13	Трансформатор сварочный ТДМ 401-У2	1200	2400	16	32
14	Выпрямитель для дуговой сварки ВДУ - 504С	1200	2400	8	16
15	Кран мостовой	6000	24000	16	32

	Q=1т				
16	Вертикально - фрезерный станок 6М13П	6720	40320	8	32
17	Выпрямитель для дуговой сварки ВДУ - 506С с ПДГ-512	1200	2400	8	16
18	Вертикально - сверлильный станок ГС2112	6720	40320	8	32
19	Вертикально-фрезерный станок 6М13П	6720	40320	8	32
20	Полуавтомат сварочный	1200	2400	16	32
21	Кран мостовой Q=3.2т	6000	24000	16	32
22	Токарно - винторезный станок 1М63	6720	40320	8	32
23	Токарно - винторезный станок 16К20	6720	40320	8	32
24	Наждак	12500	37500	2	4
25	Вертикально - фрезерный станок 6М13П	6720	40320	8	32

*Приложение 1*