

Департамент внутренней и кадровой политики Белгородской области
Областное государственное автономное профессиональное образовательное учреждение

«Белгородский индустриальный колледж»

Группа 41 ТСП

Пояснительная записка

по курсовому проекту по профессиональному модулю
ПМ.02.Разработка технологических процессов и проектирование
изделий.

МДК.02.02 Основы проектирования технологических процессов.

На тему: « Разработать технологический процесс сборки и сварки
конструкции».

Выполнил: обучающейся

Принял: О.А. Баженова преподаватель

Оценка защиты: «-----« «-----« 2019 г.

Белгород 2019 г.

Департамент внутренней и кадровой политики Белгородской области
Областное государственное автономное профессиональное образовательное учреждение

«Белгородский индустриальный колледж»

**Методические указания
по выполнению курсовых проектов
по профессиональному модулю**

ПМ.02.Разработка технологических процессов и проектирование изделий.

МДК.02.02 Основы проектирования технологических процессов.

Специальность 22.02.06 – «Сварочное производство»

*Рассмотрена на ПК
«Теплотехника и сварочное
производство»*

*Протокол №
2019 г.*

Председатель ЦК А.В.Кобченко

Составил преподаватель сварочных дисциплин

Баженова О.А.

Белгород – 2019г.

Пояснительная записка.

Курсовой проект состоит из 2-х частей:

- графической части на 1-ом листе, формат А1; (по усмотрению преподавателя графическая часть на формате А4)
- пояснительной записки, состоящей из 3-х разделов.

Графическая часть выполняется в программе «Компас» и состоит из листов:

1-ый лист – общий вид изделия;

2-ой лист – вспомогательное оборудование для сборки, или сварочное оборудование; (по желанию обучающегося и руководителя)

(Количество листов может быть увеличено по желанию обучающегося и руководителя проекта).

Пояснительная записка состоит из 3-х разделов и имеет следующее содержание.

Содержание

стр.

Введение.....

1. Технологический анализ сварной конструкции

1.1. Описание конструкции и анализ её технологичности

1.2. Характеристика металла и его свариваемость

1.3. Технические условия на сборку и сварку металлоконструкций....

2. Технологический раздел

2.1. Выбор и обоснование выбора способа сварки

2.2. Выбор и обоснование сварочных материалов

2.3. Выбор режимов сварки

2.4. Выбор и обоснование сварочного оборудования

2.5. Выбор и описание технологической оснастки и
вспомогательного оборудования

2.6. Выбор методов контроля качества сварки

3. Организационный раздел

3.1. Разработка нормативов затрат труда

3.2. Разработка мероприятий по охране труда и защите окружающей
среды

Список используемой литературы

					БИКО.22.02.06 КП. № зач. книжки. ПЗ.			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Разработать технологический процесс сборки и сварки конструкции</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разработал</i>							2	
<i>Руковод.</i>		<i>О.А.Баженова</i>			<i>гр. 41ТСП</i>			

Методические указания по выполнению пояснительной записки.

Введение

В ведении необходимо указать краткую характеристику о развитии сварки и сварочного производства.

Работу над материалом следует начинать с рассмотрения краткой истории производства сварных конструкций.

Рассмотреть современное состояние и перспективы развития сварочного производства в плане создания качественно новых машин и оборудования, технологических процессов.

1. Технологический анализ сварной конструкции –

Раздел состоит из 3 –х подразделов.

1.1. Описание конструкции и анализ ее технологичности

Описание назначения конструкции. При описании назначения сварной конструкции обучающийся должен сделать классификацию сварной конструкции по 6-ти признакам, по которым описывает: назначение конструкции, ее размеры, входящие в нее детали.

Конструкцию разбить на подузлы, зарисовать эскизы, на которых указать способ сварки и конструктивные размеры сварного соединения.

Указать характер исходного материала (резка, штамповка, гибка, прокатка и т.д.).

Указать особенность работы сварной конструкции и требования по механическим свойствам.

Указать технологичность конструкции - найти оптимальные решения при ее изготовлении, наиболее полно отвечающее, требованиям изготовления, эксплуатации и ремонта.

Под технологичностью следует понимать придание любому изделию такой формы и выбор для ее таких материалов, которые обеспечивают высокие эксплуатационные качества изделий при экономическом изготовлении.

Технологичность обеспечивается с учетом предъявляемых к конструкции конструктивных, технологических и эксплуатационных требований – это:

- предварительный выбор основных и вспомогательных материалов, конструктивных форм, сварных соединений и узлов, обеспечивающих высокое качество сварных конструкций;
- взаимное расположение узлов, форм сопряжений, обеспечивающие наилучшие условия сборки и сварки; минимальный объем обработки до и после сварки;
- выбор простейших форм деталей (заготовок) с минимальной протяженностью сварных швов, расположенных в удобном для сварки места;
- выбор мер по предупреждению или ограничению остаточных деформаций и напряжений в сварной конструкции;
- выбор оптимальных технологических процессов для изготовления сварной конструкции;
- выбор теплового режима сварки и соответствие допусков на заготовки и собранные узлы;
- назначение минимальных допусков и припусков на механическую обработку, режимов термической обработки и др.;
- выбор рациональных режимов сварки, методов контроля;
- выбор оптимальных вариантов сварочного оборудования;

- обеспечить необходимую надежность и долговечность важнейших показателей качества сварных конструкций.

К абсолютным показателям технологичности можно отнести массу сварной конструкции, норму расхода материалов, общее количество деталей в конструкции, коэффициент механизации и производительности сварной конструкции.

1.2. Характеристика металла и его свариваемость

Для изготовления сварных конструкций применяются различные материалы: стали углеродистые и легированные, цветные металлы и сплавы.

Обучающемуся необходимо рассмотреть состав, свойства, применяемость материалов с учетом требований стандартов. Состав и свойства материалов указывать в виде таблиц-1 и 2.

Таблица 1 – Химический состав стали ГОСТ

Марка стали	Массовая доля элементов, %				
	Углерод	Кремний	Марганец	Медь	Сера

Листовую сталь изготавливают без термической обработки или в термически обработанном состоянии с прокатного нагрева.

Механические свойства стали указаны в таблице - 2, согласно ГОСТ ...

Таблица 2 – Механические свойства стали

Марка стали	Толщина проката, мм	Предел прочности, МПа	Предел текучести, МПа	Ударная вязкость, КСV		
				+ 20	- 40	-70
						-

Свариваемость стали называют способность однородных материалов образовывать сварное соединение, которое может работать при заданных свойствах.

Уделить внимание спецификации физико-химическим свойствам, определить их свариваемость.

Необходимо знать, что под свариваемостью понимают отношение свариваемых материалов к комплексу несколько одновременно протекающих при сварке процессов, тепловое воздействие на металл в околошовной зоне.

Свариваемость материалов рассматривается с технологической и физической точек зрения. Отношение металла к конкретному способу сварки и режиму принято считать технологической свариваемостью.

Физическая свариваемость определяется процессами, протекающими в зоне сплавления свариваемых материалов, в результате которого образуется сварное соединение. Склонность сварного соединения к образованию холодных и горячих трещин и механические свойства сварного соединения – являются основными признаками свариваемости материалов.

По этим признакам все стали подразделяются на 4-ре группы: хорошо, удовлетворительно, ограниченно и плохо сваривающиеся стали.

Свариваемость сталей необходимо определять по эквиваленту углерода – Сэ

Для определения свариваемой стали необходимо определить эквивалент по углероду с учётом толщины по формуле:

$$C_{\text{Экв}} = [C + Mn / 6 + Si / 24 + Cr / 5 + V / 5 + Mo / 4 + Ni / 10 + Cu / 13 + P / 2] * (1 + 0.005 * S), \quad (1)$$

C, Mn, Si, Cr, V, Mo, Ni, Cu, P – химические элементы в стали;

S – толщина металла

После определения свариваемости стали необходимо сделать **вывод:**

Сталь по свариваемости относится к какой группе, и необходим ли подогрев.

1.3. Технические условия на сборку и сварку металлоконструкций

Технические условия (ТУ) на изготовление изделия должны отражать:

- ТУ на подготовку материалов для изготовления конструкции;
- ТУ на сварочные материалы;
- ТУ на вспомогательные материалы;
- ТУ на сборку;
- ТУ на сварку;
- ТУ на контроль качества материалов и сварной конструкции;
- ТУ на квалификацию сварщика.

Технические условия на изготовление и контроль сварных конструкций определяются по стандартам предприятия (СП), ГОСТам, строительным нормам и правилам (СНиП), инструкциям предприятия.

2. Технологический раздел – состоит из 6-ти подразделов.

2.1. Выбор и обоснование выбора способа сварки.

Любое сварное соединение конструкции может выполняться множеством взаимозаменяемых способов сварки, каждый из которых обладает своими технологическими особенностями технологическими и экономическими показателями.

Необходимо проработать несколько вариантов технологического процесса с обязательным обоснованием выбранного решения.

При выборе способа сварки необходимо учитывать следующие факторы:

1. Материал и сортамент металла заготовки.
2. Химический состав материалов, определяющий его технологическую свариваемость.
3. Толщину металла.
4. Конструктивные особенности изделия с учетом его сложности, массы, габаритных размеров, типа соединений.
5. Производительность способа сварки.
6. Годовой объем выпуска и тип производства.
7. Экономическую эффективность способа сварки.

При выборе способа сварки необходимо обязательно предусматривать многовариантный поиск решений.

Ведущее место занимали и занимают в настоящее время способы сварки плавлением, наиболее распространенными из них являются дуговые способы плавящимся электродом, обладающие высокой универсальностью и простотой выполнения.

Типовые способы сварки плавлением и рекомендации по их выбору приведены в таблице – 3.

Таблица – 3- типовые способы сварки плавлением.

Условное обозначение	Название
Э	Ручная дуговая сварка электродами с средним и толстым покрытием
АП	Механизированная и автоматизированная дуговая сварка в среде углекислого газа, электродной проволокой диаметром 0.8 – 2.0 мм

ИП	То же в инертных газах
АФ	Автоматическая дуговая сварка под флюсом электродной проволокой диаметром 1.6 – 5.0 мм
Ш	Электрошлаковая сварка проволочными, пластинчатыми и комбинированными электродами
Г	Газовая сварка ацетиленокислородным пламенем
АН	Дуговая сварка неплавящимся (угольным, вольфрамовым) электродом в CO ₂ , N ₂ .
ИН	Аргонодуговая сварка неплавящимся вольфрамовым электродом
П	Плазменная сварка
ЭЛ	Электронно-лучевая сварка
Л	Лазерная сварка

Если в результате выбора окажется несколько взаимозаменяемых способов, то окончательный выбор производится по результатам экономической оценки, т.е. на основе технико-экономического сравнения.

2.2. Выбор и обоснование сварочных материалов

В результате технологического анализа сварного изделия систематизируются исходные данные /факторы/, определяющие как выбор способов сварки, так и сварочных материалов.

Многие факторы являются общими при выборе различных сварочных материалов, некоторые - специфическими. Так как на практике необходимо решать задачи выбора конкретных видов сварочных материалов, то целесообразно систематизировать факторы выбора

также по видам сварочных материалов, которые во многом определяются способом сварки /таблица 4/

При выборе конкретной марки сварочного материала для принятого способа сварки, необходимо учитывать особенности металлургических процессов при сварке конкретной марки стали принятым способом сварки, в результате чего можно получить сварной шов с высокими эксплуатационными характеристиками.

Таблица -4 Сварочные материалы для типовых способов сварки плавлением

ТИПОВЫЕ СПОСОБЫ СВАРКИ ПЛАВЛЕНИЕМ										
Плавящимся электродом					Неплавящимся электродом					
Э	АП	ИП	АФ	Ш	Г	АН	ИН	П	ЭЛ	Л
Покрытые электроды	1. Защитный газ 2. Электродная проволока	1. Защитный газ 2. Электродная проволока	1. Сварочный флюс 2. Защитный газ 3. Электродная проволока	1. Сварочный флюс 2. Защитный газ 3. Электродная проволока 4. Электродная проволока	1. Горючий газ 2. Кислород 3. Сварочный флюс 4. Присадочный материал	1. Защитный газ 2. Неплавящийся электрод 3. Присадочный материал 4. Сварочный флюс	1. Защитный газ 2. Неплавящийся электрод 3. Присадочный материал 4. Сварочный флюс	1. Защитный газ 2. Плазмотронный газ 3. Неплавящийся электрод 4. Присадочный материал	Присадочный	1. Активное тело 2. Защитный газ 3. Присадочный материал

2.3. Выбор режимов сварки

Этот вопрос является основополагающим при выборе технологии сварки, сварочного оборудования и предопределяет получение качественного сварного соединения. Определение параметров режима сварки можно одним из способов:

1. табличный метод охватывает все способы сварки и свариваемые материалы. Информацию по этому методу получают, как правило, экспериментальным путем. Однако в таблицах приводятся режимы /в основном/ в широких интервалах, что снижает точность определения

параметров, вызывает необходимость экспериментальной проверки выбранного режима;

2. графический метод предусматривает определение параметров режима сварки по номограммам. Однако способов сварки и свариваемых материалов значительно больше, чем имеющих в действительности номограмм;

3. аналитический метод определения режимов сварки строится на математических моделях. Данный метод отличается универсальностью, широким охватом способов сварки и свариваемых материалов.

Поскольку в производстве сварных конструкций наибольшее распространение получила дуговая сварка углеродистых и низколегированных сталей ниже изложены общие принципы методов определения рациональных режимов применительно к этой области использования сварочной техники.

Расчет или подбор режима сварки производится всегда для конкретного случая, когда известен тип соединения и все данные по шву и технологическому процессу. Поэтому **до начала расчета в соответствии со стандартами на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений, следует установить вид соединения, его форму, размеры. Изобразить его с указанием всех геометрических параметров.**

Приводим примеры расчетов режимов сварки:

2.3.1 МЕТОДИКА РАСЧЕТА РЕЖИМА РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ

Параметрами режима ручной дуговой сварки являются:

- 1- диаметр покрытых электродов, $d_э$
- 2- величина сварочного J_c род тока и полярность,
- 3- напряжение на дуге и скорость сварки технологическим процессом не регламентируется. В экономических расчетах принимать $U_g = 20-30В$
- 4 - количество проходов n

Оптимальность скорости сварки можно оценить только косвенно по формированию шва.

Сведения о стандартных типах соединений, швов и форм подготовки кромок для ручной дуговой сварки приведены в **ГОСТ 5264**, нестандартных - на чертеже сварной детали, узла, изделия.

При определении параметров режима сварки необходимо помнить, что сварка швов в положениях, отличных от нижнего, имеет ряд особенностей, как в технике выполнения, так и определения параметров.

Сварка вертикальных и горизонтальных швов ведется диаметром электрода не более 4 мм, а сварочный ток на 15-20% меньше расчетного значения /для нижнего положения.

Сварку потолочных швов выполняют диаметром электрода не более 4 мм, сварочным током на 20-25% меньше расчетного значения.

При сварке многопроходных швов первый проход выполняют диаметром электрода 3 мм, так как применение электродов большего диаметра затрудняет провар корня шва, при этом все последующие /заполняющие/ проходы выполняют на одних и тех же режимах, т.е. расчет параметров режима сварки ведется для первого /корневого/ и последующих /заполняющих/ проходов.

1. Для исключения повторных расчетов следует сначала установить количество проходов. Определяется число проходов по формуле:

$n = \frac{F_H - F_1}{F_n} + 1$	2
---------------------------------	---

где F_H - площадь сечения шва /наплавленного металла, мм²

F_1 F_n - площадь наплавленного металла, соответственно, первого и последующих проходов, мм²

Площадь наплавленного металла определяется, как сумма площадей элементарных геометрических фигур составляющих сечение шва /контуры шва и свариваемых кромок нанесены на чертеже сварного соединения/.

При определении площади сечения первого прохода следует учитывать, что его значение не должно превышать 30-35 мм² и приближенно рассчитывается:

$F_1 = (6 \div 8) * d_{э1}$	3
-----------------------------	---

а последующих проходов:

$F_1 = (8 \div 12) * d_{эн}$	4
------------------------------	---

где $d_{э1}$, $d_{эн}$ — диаметр электрода для сварки, соответственно, первого и последующих проходов, мм.

2. При этом диаметр электрода определяется в зависимости от типа шва /стыковой, угловой/, формы подготовки кромок и количества проходов, вида прохода /корневой заполняющий, отделочный, подварочный/, положения шва, толщины металла. В зависимости от толщины свариваемых деталей значения диаметра электрода приведены в таблице -5.

Таблица -5. Выбор диаметра электрода.

Толщина свариваемого изделия, мм	1-2	3	4 5	6-12	13 и более
Диаметр электрода, мм	1,6-20	3	3-4	4-5	5-6

Следует принимать стандартный диаметр электрода. 1,6; 2,0; 2,5, 3; 4; 5; 6 мм 2. Сварочный ток может быть определен по эмпирической формуле:

$I_{cb} \frac{\pi * d_3^2}{4} * i * K_{\text{шв}}$	5
--	---

где i - допустимая плотность тока, А/мм²

$K_{\text{шв}}$ -коэффициент, учитывающий положение шва при сварке.

В табл.6. и 7. приведены значения этих величин для покрытых электродов.

Вид покрытия	Диаметр стержня электрода, мм			
	3	4	5	6
Кислое, рутиловое	14-20	11,5-16	10-13,5	9,5-12,5
Основное	13-18,5	10-14,5	9-12,5	8,5 - 12,0

Значения коэффициента К

Коэффициент	Положение шва		
	нижнее, «в лодочку»	горизонтальное, вертикальное	потолочное
К	1,00	0,80-0,85	0,75 - 0,80

Значения I_c рассчитываем для первого и последующих проходов. При выборе рода тока /постоянный, переменный/ и полярности /прямая, обратная - для дуги, питаемой от источника постоянного тока/ необходимо учитывать группу и марку свариваемого материала, тип покрытия и марку электрода, положение шва при сварке.

2.3.2 МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ СТЫКОВОГО МНОГОПРОХОДНОГО. ОДНОСТОРОННЕГО /ДВУХСТОРОННЕГО/ ШВА, ВЫПОЛНЕННОГО ЭЛЕКТРОДАМИ С ОСНОВНЫМ ПОКРЫТИЕМ.

При подготовке исходных данных:

1. В соответствии с требованиями ГОСТ 5264 по заданной толщине соединяемых элементов привести эскиз заданного типоразмера шва с указанием числовых значений конструктивных элементов шва,

2. Рассчитать площадь поперечного сечения шва для соединения выполненного:

- с гарантированным зазором / $v > 0$ /

$F_H = 0.75 e g + h * b$	6
--------------------------	---

-для одностороннего шва $h = S$

для двухстороннего шва $h = 0.85$

- с односторонней У- образной разделкой, с обеспечением полного провара, или подваркой корня шва

$$F_H = 0,75eg + S \cdot b + 0,75e, g_1 + \frac{(S-C)^2}{2} \cdot \operatorname{tg} \alpha;$$

с V-образной разделкой /односторонний шов с разделкой обеих кромок/, с обеспечением полного провара, или подваркой корня шва

$$F_H = 0,75eg + S \cdot b + 0,75e, d_1 + (S-C)^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha;$$

Двухсторонний шов с X-образной разделкой кромок /площади сечения шва для одной из сторон/

$$F_H = 0,75eg + h \cdot b + 4 \cdot \left(\frac{S-C}{2}\right)^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha = 0,75 \cdot eg + h \cdot b + (S-C)^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha;$$

где $h = 0,5S$

где L^0 - угол разделки кромок /а не угол раскрытия кромок/, град,
 h - глубина проплавления, мм

2.3.3. МЕТОДИКА РАСЧЕТА РЕЖИМА ДУГОВОЙ СВАРКИ ПОД ФЛЮСОМ

Дуговую сварку под флюсом по уровню автоматизации разделяют на: автоматическую и механизированную.

Параметрами режима автоматической дуговой сварки под флюсом являются:

1. диаметр электродной проволоки, $d_э$ мм;
2. величина сварочного тока, род тока и полярность,
3. напряжение на дуге,
4. скорость сварки м/час
5. вылет электрода, мм
6. скорость подачи электродной проволоки, м/час
7. количество проходов, п;

При механизированной сварке скорость сварки и вылет электродной проволоки устанавливаются вручную и поэтому жестко не регламентируются.

Расчет параметров режима ведется с учетом группы и марки свариваемого металла, состава и марки сварочной проволоки и флюса, способа сварки по уровню автоматизации, толщины свариваемых элементов, типа соединения, типа шва его положение при сварке.

2.3.4. РАСЧЕТ РЕЖИМА ОДНО И ДВУХПРОХОДНЫХ ДВУХСТОРОННИХ СТЫКОВЫХ ШВОВ БЕЗ РАЗДЕЛКИ КРОМОК.

Исходные данные для расчета:

1. эскиз сварного соединения, согласно ГОСТ 8713;
2. марка флюса и сварочной проволоки,

Определение площади наплавленного металла производится аналогично ручной дуговой сварке по размерам сварного шва.

Глубина проплавления при сварке стыковых соединений находится в прямой зависимости от сварочного тока и это может быть выражено уравнением:

$$H = K * J_{cb}; \text{ /мм/}$$

где К - коэффициент пропорциональности /мм/100А/,зависящий от рода тока, полярности, диаметра электрода, марки флюса, вида соединения

Значения его колеблются в пределах 1,0 до 2,0 /мм/100А/. Для стыковых соединений Ш: принимается К = 1,1 мм/100А.

Расчетная глубина проплавления определяется по толщине металла, с учетом зазора.

$$h_p = hg - (0.5 \div 1)в \quad 2.21$$

для одностороннего шва

$$h_p = hg - (0.5 \div 1)в \quad 2.22$$

для двухстороннего шва $h_p = 0,5 [hg - (0.5 \div 1)в] + 2 \quad мм$

При выборе рода тока и полярности необходимо учитывать группу и марку свариваемого материала, состав и марку сварочной проволоки и флюса и т.д.

Величина сварочного тока определяется по формуле:

$$J_{cb} \frac{h_p}{K} \quad /А/$$

Диаметр сварочной проволоки можно определить по формуле:

$$dэ = 2 * \sqrt{\frac{J_{cb}}{i+\Pi}} \quad мм$$

- плотность тока, А/мм , значения которой приведены в таблице -8.

Таблица -8.Выбор плотности тока.

Диаметр электрода, А/мм ²	5	4	3	2	1
Допустимая плотность тока, А/мм ²	30-50	35-60	45-90	65 - 200	90 - 400

Напряжение на дуге Ug определяется по формуле:

$$Ug = 20 + \frac{50 * 10^{-3}}{dэ^{0,5}} \quad 2.25$$

Вылет электродной проволоки определяется:

$$Lэ = (10 \div 15) * dэ$$

для стыковых соединений без разделки кромок принимают

$$Lэ = 10 * dэ \quad мм$$

Определение коэффициента наплавки J_H производится с учетом рода тока и полярности и вылета электрода.

При сварке постоянным током обратной полярности расчетный коэффициент наплавки определяется

$$J_H = 11,6 \pm 0,4 \quad /z/A * \text{час}/$$

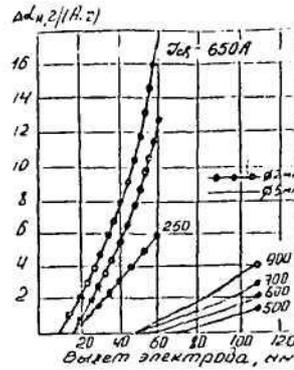


Рис. 2.2. Зависимость $\Delta\alpha_{II}$ от величины сварочного тока, диаметра и вылета электрода.

При величине вылета электрода

$$L_3 = 15 \text{ дэ} \quad J_H = 11,6 \pm 0,4 \quad /z/A * \text{час}/$$

при $L=10$, $J_H = 11,6 \text{ г/А, час}$

При сварке на постоянном токе прямой полярности и переменном токе

$$J_H = A + B * \frac{I_{cb}}{d_3} \text{ г/А, час}$$

где А и В - коэффициенты, значения которых приведены в таблице-9.

Таблица -9. Значения коэффициентов А и В

Коэффициент	А	В
Прямая полярность	2,3	0,065
Переменный ток	7,0	0,04

При увеличении вылета электрода происходит увеличение его предварительного нагрева, т.е. происходит увеличение коэффициента наплавки на величину ΔJ_H , которое определяется по рис 2.2.

Действительный коэффициент наплавки J_{Hg} /г/А. час/

$$J_{Hg} = J_H + \Delta J_H \quad (7)$$

Скорость сварки определяется:

$$V_{cb} = \frac{L_{Hg} * J_{cb}}{F_{HM} * P * 100} \quad (8)$$

где F_{HM} - площадь наплавленного за один проход металла в см^2

P - плотность металла, г/см^3 /для сталей принимается $P = 7,8 \text{ г/см}^3$ /

100 - переводной коэффициент.

Скорость подачи сварочной проволоки определяется: $V_{cb} = \frac{4 * J_H * J_{cb}}{\pi * d_3^2 * p}$

(9)

где d_3 - диаметр электродной проволоки в мм.

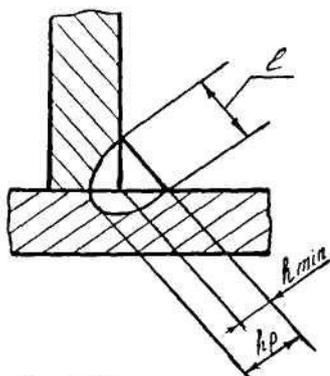


Рис. 2.3. Эскиз углового шва.

2.3.5. МЕТОДИКА РАСЧЕТА РЕЖИМА ДУГОВОЙ СВАРКИ ПОД ФЛЮСОМ УГЛОВЫХ ШВОВ

Режим сварки угловых швов необходимо выбирать с учетом специфических особенностей их формирования

Ширина шва /e/ всегда должна быть равна расстоянию по горизонтали между свариваемыми деталями, Если ширина / e / будет больше этого расстояния, то неизбежны подрезы. Поэтому коэффициент формы проплавления должен быть не больше

2. Вместе с тем слишком глубокие и узкие швы /с малым коэффициентом. Формы проплавления./ склонны к образованию горячих трещин из-за, неблагоприятных условий кристаллизации. Поэтому целесообразно принимать $h_{np} > 1$. Практикой установлено, что удовлетворительное формирование угловых швов получается на режимах, при которых плотность тока в электроде находится в пределах, указанных в таблице 10.

Таблица -10. Допустимые плотности тока в электроде при сварке угловых швов.

Диаметр электрода, мм	5,0	4,0	3,0	2,0
Допустимая плотность тока, А/мм ²	30-40	35-55	45-85	60-150

Практикой также установлено, что угловые швы с катетом 3 - 4 мм можно получить при использовании 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.

1. Для принятого диаметра электродной проволоки определяем величину сварочного тока:

$$I_{cb} = \frac{\pi * d_3^2}{4} * i \quad /A/$$

2. Определяем действительный коэффициент наплавки по формулам. /7./

3. Определяем скорость сварки по формуле /8/

4. Определяем напряжение на дуге по формуле /9/

5. Определяем действительную глубину проплавления

$$H = 0076 * \sqrt{\frac{Q_{э\phi}}{V_{cb} * \phi}} \quad /мм/ \quad /10/$$

Если $h > h_{min}$ - расчет проведен правильно, при $h \leq h_{min}$ необходимо увеличить плотность тока и произвести расчет заново.

2.3.6.МЕТОДИКА РАСЧЕТА РЕЖИМА ДУГОВОЙ СВАРКИ ПОД ФЛЮСОМ МНОГОПРОХОДНЫХ ШВОВ.

Если площадь наплавленного металла превышает 100 мм такой сварной шов необходимо выполнять за несколько проходов.

При возможности формирования обратного валика шва за счет флюсовых подушек, съемных и остающихся подкладок, сварку возможно производить только под слоем флюса.

При этом для первого, корневого прохода необходимо применять диаметр электрода $d_э \leq 3$ мм, при сварке последующих проходов 4-5 мм. Необходимо помнить, что при применении проволоки диаметром 3 мм флюс должен быть мелкой грануляции.

При сварке труб /диаметром менее 1000мм/ и трубных элементов корневой проход, как правило, выполняется другим способом сварки, /например, ручной дуговой плавящимся электродом, сваркой в защитных газах/. Для сварки заполняющих проходов, во избежание стекания сварочной ванны, допускается применение сварочной проволоки диаметром не более 3 мм.

Величину сварочного тока необходимо рассчитывать исходя из допустимых плотностей тока для заданного диаметра электрода /таблица 2.9/.

$$J_{cb} = \frac{\pi * d_э^2}{4} * i$$

Необходимо помнить, что при сварке корневого прохода, а также при сварке труб и трубных элементов плотность тока принимают по средним значениям или ниже.

Вылет электрода при многопроходной сварке принимается

$$L_э = 15 d_э \quad /мм/$$

Действительный коэффициент наплавки определяется по формулам /7/ и графику рис 2.1.

Для сохранения геометрического подобия сварочной ванны произведение должно поддерживаться в определенных пределах $J_{cb} * V_{cb} = A$

Поэтому скорость сварки можно определить

$$V_{cb} = \frac{A}{J_{cb}} \quad (м/час) \quad (11)$$

Экспериментально установлено, что для получения швов требуемой формы, обладающих высокой технологической прочностью, значения A в формуле /2.35./ следует принимать в пределах, приведенных в таблице 11.

Таблица 11. - Значение А в зависимости от диаметра электрода

Диаметр электрода, мм	1,6	2,0	3,0	4,0	5,0
Величина А, Ам/ч	/5-8/10 ³	/8-12/10 ³	/12-16/10 ³	/16-20/10 ³	/20-25/10 ³

Для принятого диаметра электрода и величины сварочного тока определить оптимальное напряжение дуги по формуле /8./

Из формулы 8-9 определить площади корневого и последующих проходов

$$F_k = \frac{J_{Hg} * J_{cb}}{V_{cb} * P * 100} \text{ см}^2 \quad F_n = \frac{J_{Hg} * J_{cb}}{V_{cb} * P * 100} \text{ см}^2$$

Зная площади корневого и последующих проходов определить количество проходов

$$n = \frac{F_{HM} - F_k}{F_n} + 1$$

Скорость подачи проволоки для корневого и последующих проходов определить по формуле /9./

2.3.7 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА СВАРКИ В СРЕДЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА.

Основными параметрами режима сварки в среде углекислого газа являются:

1. диаметр электрода, мм;
2. величина сварочного тока, св
3. напряжение на дуге д.В;
4. скорость сварки св, м/ч;
5. расход защитного газа, л/мин;
6. скорость подачи проволоки м/ч;
7. вылет электрода , мм;

В настоящих рекомендациях использован табличный метод расчета режимов.

Таблица 12. Режимы полуавтоматической и автоматической сварки стыковых швов без разделки кромок.

Толщина металла мм	Зазор мм	Число слоев	Диаметр электродной проволоки, мм	Ток, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, ч/час	Расход газа на 1 проход, л/мин
0,6-1,0	0,5-0,8	1	0,5-0,8	50-60	18-20	20-25	6-7
1,2-2,0	0,8-1,0	1-2	0,8-1,0	70-100	iG-20	18-24	10-12
3-5	1,6-2	1-2	1,6-2,0	180-200	28-30	20-22	14-16

6-8		1-2	1,6-2,0	250-300	28-30	18-22	16-12
8-12*	1,8-2,2	2-3	2,0	250-300	28-30	16-22	18-20

* Сварка с разделкой кромок

Таблица -13.

РЕЖИМЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ И ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОЙ СВАРКИ УГЛОВЫХ ШВОВ.

Толщина металла, мм	Диаметр электродной проволоки, мм	Катет шва, мм	Число слоев	Ток, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки одного прохода, м/час	Вылет мм	Расход газа на 1 проход, л/мин
1-1,3	0,5 0,6	1,0-1,; 1,2-2,0		50-60 60-70 60-75		18-20		5-6
1,5 -2	0,8	1,5-3,С	1	70-110	18-20	16-18	3-10	6-8
1,5-3	1,2	2-3,0		90-130 120-150 150-180 230-260 260-300	20-22 20-22	14-16 16-18 20-22 26-28 29-31 20-22	10-12	8-10
3-4		3,0-4,0						
	1,6				28-30		16-10	12-14
5-6	2,0	5,6						16-18
							20-22	
не менее	2,0	7-9		300-350	30-32			18-20
катета шва		9-11	2	300-350				
		11-13	3	300-350				
		13-15	4	300-350				

Коэффициент наплавки определяется по графику

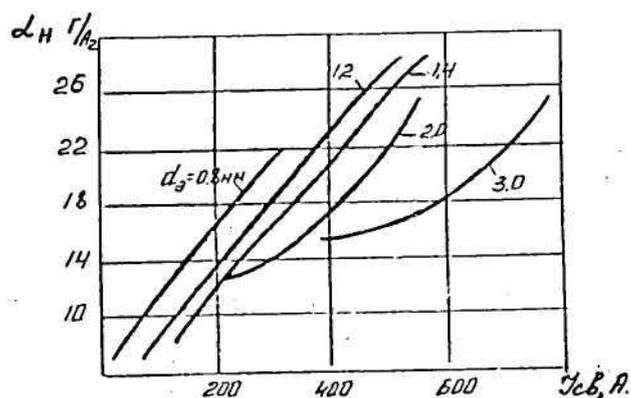


Рис. 2.4. Зависимость α_n от $I_{св}$ и d .

Сварку в углекислом газе можно вести на повышенных плотностях тока, т.е. на форсированных режимах, таблица – 14.

Таблица – 14 Форсированные режимы сварки в CO_2 [8]

Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Диаметр электродной проволоки, мм	Длина вылета электрода, мм	Скорость подачи электродной проволоки, м/ч	Коэффициент наплавки, Г/А. час
200	27-31	0,8	6-10	660-920	13-17
250	29-34 28-34	0,8 1,0	6-10 7-15	990-1330 490-850	15,6-20,8 12 -20,8
300	32-26 31-36	1,0 1,2	10-15 10-22	830-1130 450-790	17-23,3 13,3-23,3
350	34-40 33-40	1,0 1,2	10-15 10-22	1050-1450 590-1000	18,6-25,4 14,9-25,4
400	36-42 35-42	1,2 1,4	14-22 14-30	900-1200 510-900	20-26,8 15,5-26,8
450	33-45	1,2	14-22	1070-1450	21,1-28,4
	37-45 40-49	1,4 1,2	14-30 14-22	610-1050 1240-1700	16,4-28,4 22-30
500	38-49	1,4 1,6	14-30 18-38	720-1240 550-980	17,4-30
550	43-51 42-51	1,6	20-30 18-38	1050-1430 640-1100	23,3-31,4 18,2-31,4
600	45-54 43-54	м 1,6	20-30 18-38	1200-1630 730-1250	24,3-32,9 19-32,9
800	52-58 48-58	1,6 2,0	18-25 20-40	1150-1435 610-960	22,5-28,8 18,3-28,8

2.4 ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Выбор сварочного оборудования производится в соответствии с принятыми способами сварки и с учетом обеспечения заданных режимов сварки.

Так как наиболее широкое применение, по сравнению с другими видами сварки, имеет дуговая сварка - в данных методических указаниях рассматривается выбор сварочного оборудования универсального, общего назначения, характеризующегося широкой номенклатурой и серийно изготавливаемого промышленностью.

В таблице 15 приведены алгоритм выбора источников сварочного тока, таблице 16 - полуавтоматов, таблице 17 - автоматов.

Таблица -15.

АЛГОРИТМ ВЫБОРГА ИСТОЧНИКОВ СВАРОЧНОГО ТОКА

Факторы	определяющие	выбор	Источники сварочного тока
1	Окружающая среда	1. Атмосфера 2. Вода	Группы по назначению
2	Вид обработки	1. Сварка 2.Резка 3. Переплав	Группы по видам обработки
3	Способ сварки	1. Дуговая 2. Электрошлаковая 3. Электроннолучевая 4. Лазерная	Группы по способам сварки
4	Климатические и метеорологические условия	1.Закрытый цех 2.Открытый цех 3.Монтажная площадка 4.Поле/трасса/	Категории по климатическому исполнению
5	Первичный источник энергии	1 Электрическая сеть	1. Трансформаторы 2. Выпрямители 3. Преобразователи
		2.Горючее топливо	Агрегаты
6	Опасность поражения электрическим током	1.Без повышенной опасности 2 Повышенная опасность	Без понижения напряжения холостого хода
		3.Особо опасные условия	С понижением напряжения холостого хода
7	Тип производства	1.Единичное	Универсальное
		2.Серийное	1 Универсальный 2 Специальные
		3. Массовое	
8	Габаритные размеры масса и сложность конфигурации изделия	1 .Транспортабельное 2.Простое	1.Стационарное 2.Передвижное
		1 .Нетранспортабельное 2Сложное	1 Переносные 2.Передвижные
9	Загрузка оборудования /характер работ/	1.Высокая /основные работы/	ПН= 100%
		2.Средняя /основные, вспомогательные работы/	ПН = 60%

		3.Низкая /вспомогательные, ремонтные работы/	ПН = 20%
10	Количество постов на участке, сосредоточенность их расположения	1.Менее 7-9 2.Рассредоточенное	Однопостовые
		1.Более 7-9 2.Сосредоточенное	1 Однопостовые 2 Многопостовые
11	Способ сварки	1 Ручная дуговая 2Аргонодуговая,ручная	Крутопадающая Вольтамперная характеристика
		1.Дуговая в защитных газах плавящимся электродом 2.Электрошлаковая 3.Дуговая под флюсом	Пологопадающая или жесткая вольтамперная, характеристика Возрастающая
12	Группа материала	Сварочные материалы	Род тока источника
13	Режим сварки	Диапазон сварочного тока	Марка по номинальному току; 125, 160,200,2 0, 315 400, 500,630, 1000, 125 1600, 2000, 3000 5000,10000.

Таблица -16. АЛГОРИТМ ВЫБОРА ПОЛУАВТОМАТОВ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ

Факторы,	определяющие	выбор	Полуавтомат
1	Окружающая среда	1. Атмосфера 2Вода	Группа по назначению
2	Климатические и метеорологические условия	1.Закрытый цех 2 Открытый цех 3.Монтажная площадка. 4.Трасса /поле/	Категории по климатическому исполнению
3	Габаритные размеры и масса изделия	1 .Транспортабельное 2.Нетранспортабельное	1. Стационарный 2.Передвижной 1 .Переносной 2.Передвижной
4	Радиус рабочей зоны сварочной установки	1.10 м (не более) 2.50 м (не более)	Универсальный Специальный
5	Взаимное положение полуавтомата и изделия	1 .Вне изделия 2.Внутри изделия	Без местного отсоса С местным отсосом
6	Тип производства	1.Единичное 2.Серийное 3.Массовое	Универсальный 1 .Универсальный 2. Специальный 1.Специальный 2,Универсальный
7	Необходимость сварки на различных режимах без прерывания процесса	1. Нет 2. Есть	Однорежимный Двухрежимный
8	Непрерывность швов	1 Непрерывные 2.Прерывистые точками, участками	Режим работы непрерывный Прерывистый
9	Вид защиты зоны сварки	1 Без защиты 2Газ 3Флюс 4Без защиты; газ и флюс	Группы и марки по виду защиты

10	Группа свариваемого металла (сварочной проволоки)	1. — сплавы 2. - сплавы	Группа по назначению
11	Состав и диаметр электродной проволоки	1 Жесткая (толстая; твердая)	Механизм подачи: олкающий
		2.Нежесткая (тонкая; мягкая)	Тянущий, тянуще-толкающий
12	Сплошность сечения (конструкция) проволоки	Сплошная	Марка по конструкции проволоки
		Сплошная и несплошная	
		Несплошная	
13	Род тока	1.Постоянный 2.Импульсный 3.Переменный	Марка по роду тока
14	Режим сварки	Диаметр проволоки: 1.0,3 0,7 мм 2.0,8 1,4 мм 3.1,6 3,0 мм	Марка по диапазон диаметров проволоки
15	Режим сварки	Диапазон сварочных токов	Марка по номинальному току: 125, 160,200, 315, 500, 630

Таблица - 17. АЛГОРИТМ ВЫБОРА АВТОМАТОВ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ

Факторы,	определяющие	выбор	Автомат
Приоритетность	Наименование	Уровень	
1	Окружающая среда	1. Атмосфера 2.Вода 3.Космос	Группы по назначению
2	Климатические и метеорологические условия	1. Закрытый цех 2 Открытый цех 3.Монтажная площадка 4.Трасса (поле)	Категории по климатическому исполнению
3	Габаритные размеры и масса изделия	1.Транспортабельное	1 Стационарный 2Передвижной
		2.Нетранспортабельное	1.Переносной 2.Передвижной
4	Возможность перемещения изделия относительно автомата	Имеется	1.Подвесной 2.Самоходный
		Не имеется	1.Самоходный
5	Тип производства	1. Единичное	Универсальный
		2.Серийное	1 Универсальный 2. Специальный
		3.Массовое	1.Специальный 2 Универсальный
6	Физическое Состояние электродов	1 Неплавящийся 2. плавящийся	Группы по виду электрод
7	Вид защиты зоны сварки	1. Без защиты 2. Газ 3. Флюс	Группы по виду защиты
8	Химическая активность свариваемую металла	1.Низкая	Форма защиты местная (струйная)

		2.Средняя	1. Местная 2.Общая
		3.Высокая	Общая (камера)
9	Диаметр электродной проволоки, плотность сварочного тока	3 мм высокая	Саморегулирование
10	Стабильность формы и размеров подготовки кромок; конфигурация соединений	1 Низкая 2Криволинейные соединения	С автоматическим слежением
		1. Высокая 2.Прямолинейные, спиральные соединения, круговые,	1Без автоматического слежения 2.С автоматическим слежением
11	Частота переналадки режима сварки	1 .Редко	Регулировка перемещений 1 Ступенчатая 2Плавная
		2.Часто	1.Плавная 2. Ступенчатая
12	Род тока	1 Постоянный 2.Переменный 3.Импульсный	Марка по роду тока
13	Режим сварки (скорость сварки)		Однодуговой Двухдуговой Трехдуговой
14	Режим сварки (сварочный ток)	Диапазон сварочных токов	Марка по номинальному току: 315, 500, 630, 1000,1250, 1600, 2000

2.5 Выбор и описание технологической оснастки и вспомогательного оборудования

Технологические особенности сборочно-сварочных операций целесообразно рассматривать комплексно, так как последовательность и содержание данных операций зависит:

- от характера сварных соединений /обеспечиваемых сборкой/,
- возможностей выполнения сварки /технологические особенности способа сварки, применяемого оборудования и т.д./

Последовательность выполнения основных сборочно-сварочных операций определяется:

- выбором варианта расчленения конструкции на технологические узлы, подузлы и отдельные детали,
- при сборке сварных конструкций обеспечивается такое взаимное расположение деталей собираемого узла, в котором они должны находиться в готовом узле /изделии/.

В зависимости от сложности сварной конструкции, ее конфигурации, годового объема выпуска, типа производства и способа сварки сборку можно производить одним из следующих способов:

- по разметке при помощи простейших универсальных приспособлений: струбцин, планок и т.д. с последующей прихваткой и проверкой;
- на универсальных приспособлениях - плитах с пазами, снабженных упорами: фиксаторами и различными зажимными устройствами;
- при помощи шаблонов, накладываемых на легкие детали или собираемых вместе с ними на время прихватки;
- по выступам и углублениям на штампованных деталях из тонколистовых материалов /при точечной и шовной сварке/;
- на специальных стендах и приспособлениях.

С учетом способов сборки возможны следующие схемы технологического процесса сборки и сварки:

- сборка узла или конструкции с последующей сваркой;
- последовательная сборка и сварка /методом наращивания/;
- сборка и сварка узлов, а затем сборка и сварка конструкции из узлов

При этом необходимо помнить, что качество сварных соединений, прежде всего, обеспечивается точно выдержанными проектными размерами, необходимыми заторами, точным расположением плоскостей собираемых элементов, что в свою очередь, зависит от применяемого оборудования.

Особое внимание обратите на применение высокопроизводительных универсальных и специальных сборочно-сварочных и сварочных установок, специальных сварочных станков-автоматов, механизированных и автоматических сборочно-сварочных линий, промышленных роботов.

Рассматривая особенности сборки и сварки, последовательность выполнения сборочно-сварочных операций, обратите внимание на границы применения, достоинства и недостатки каждой из предложенных выше схем технологического процесса сборки и сварки.

Так по первой схеме изготавливают простые узлы, состоящие из двух-трех заготовок, и конструкции средней сложности, имеющие несколько сварочных операций. **Первоначально изделия полностью собираются на прихватках на одном стенде и передаются на другой стенд или конвейер для выполнения операции сварки.** Технологический процесс сборки и сварки, в зависимости от массы и конфигурации изделия и готового объема выпуска, может быть механизирован или полностью автоматизирован как по основным, так и по вспомогательным и транспортным операциям.

Последовательная сборка и сварка конструкции наращиванием отдельных элементов производится в тех случаях, когда сварка полностью собранной конструкции невозможна, а другими способами сборки и сварки нельзя обеспечить необходимую точность размеров конструкции. Данную схему применяют при изготовлении крупногабаритных сооружений /резервуаров, газгольдеров, кожухов, доменных печей и т.д./.

По третьей схеме изготавливают в основном сложные пространственные конструкции крупных габаритов, например, корпуса судов большого водоизмещения /секционный метод/ и малого водоизмещения /блочный метод/.

Запомните, что от принятой технологии сборки и сварки зависит трудоемкость и стоимость изготовления изделия или детали. В рациональной конструкции, когда правильно определены ее форма, размеры и правильно размещены сварные соединения, рационально разработанная и выполненная технология сборочно-сварочных работ на соответствующей оснастке обеспечивает получение конструкции высокой точности при минимальной остаточной деформации. В противном случае детали после сварки приходится править или подгонять, что удорожает стоимость изготовления.

2.6.1. ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СБОРКИ

Оборудование для сборки листовых конструкций, балок, узлов машин, трубопроводов. Основные схемы компоновок УСП – (универсальное сварочное приспособление).

При выборе способов сборки необходимо помнить, что качество сварных соединений обеспечивается:

1. точно выдержанными проектными размерами, необходимыми зазорами;
2. точным расположением плоскостей собираемых элементов, что в свою очередь гарантируется применением соответствующего сборочно-сварочного оборудования.

Для осуществления намеченного технологического процесса необходимо выбрать оборудование для сборки по таблице -18.

Таблица 18.

АЛГОРИТМ ВЫБОРА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СБОРКИ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Факторы определяющие		выбор	Сборочное оборудование
Вид конструкции	Тип производства		
1 Плосколистовые	Индивидуальное, мелкосерийное		1. Сборочные плиты и стеллажи. 2. Ручные клиновые прижимы. 3. Переносные магнитные прижимы
	серийное		1 Электромагнитные стенды. 2. Стенды с катучими балками оснащенными пневматическими прижимами
2. Цилиндрические: стыки обечаек продольные	индивидуальное, мелкосерииное		1. Роликовые стенды приводные и не приводные. 2. Винтовые струбцины. 3 Винтовые стяжки.
	серийное		1. Механизированные установки с

		роликовыми стендами и гидравлическими струбцинами и стяжками. 2. Приспособления с механизированными прижимами /для малогабаритных изделий/
кольцевые	индивидуальное, мелкосерийное	1. Роликовые стенды приводные и не приводные. 2. Винтовые распорки. 3. Винтовые стяжки 4. Ручные клиновые прижимы
	серийное	1. Механизированные установки с роликовыми стендами и передвижными пневматическими и гидравлическими скобами. 2. Внутренние и наружные центраторы.
3. балочные	индивидуальное, мелкосерийное	1. Сборочные плиты и стеллажи с универсальными съемными фиксаторами и прижимами. 2. Винтовые струбцины. 3. Сборно-разборные приспособления
	серийное	1. Поворотный и неповоротные кондукторы с пневматическими и гидравлическими прижимами. 2. Стенды с пневматическими и гидравлическими передвижными сборочными порталами /для длинных балок с широким диапазоном размеров/.
4. Рамные и решетчатые	индивидуальное, мелкосерийное	1. Сборочные плиты и стеллажи с универсальными съемными фиксаторами и прижимами. 2. Винтовые струбцины 3. Сборно-разборные приспособления.
	серийное	1. Поворотные и неповоротные кондукторы с пневматическими и гидравлическими прижимами. 2. Катучие балки с пневматическими прижимами.

2.7. Выбор методов контроля качества сварки

При контроле качества сварных соединений и изделий методы контроля группируются на два класса:

1. **РК** – методы разрушающего контроля;
2. **НРК** – методы неразрушающего контроля.

Методы РК включают:

- механические,
- металлографические,
- коррозионные и другие испытания.

Методы НРК включают:

- без образцовые испытания сварных соединений: (металлографические, химический анализ и др.),
- контроль параметров сварки: (режимы, условия, проплавление и т.п.),
- дефектоскопию (радиационную, ультразвуковую, магнитную и др.).

Неразрушающими испытаниями можно достичь цели и гарантировать работоспособность сварной конструкции, если производились механические испытания и т.д.

Таким образом, качество сварной конструкции оценивается путем применения комплекса испытаний и исследований, а не одного какого-либо метода.

При организации контроля качества сварки особое внимание нужно **уделять пооперационному и приемочному контролю.**

Пооперационный контроль охватывает контроль правильности выполнения всех технологических операций, начиная от запуска материалов в производство и кончая изготовлением объекта.

Подготовленные под сварку детали контролируют:

- на наличие производственных шифров;
- на перпендикулярность подготовленных под сварку торцов оси трубы;
- на соответствие формы, размеров и качества подготовки кромок требованиям технической документации, а также качество зачистки наружной и внутренней поверхности деталей, прилегающих к разделке;
- на правильность выполнения переходов от одного сечения к другому, а также соответствие геометрических размеров требованиям чертежей.

При выполнении операций сборки деталей под сварку контролируют:

- правильность расположения подкладного кольца (при его наличии);
- величину зазора между стыкуемыми элементами, а также между подкладным кольцом и внутренними поверхностями труб и деталей;
- соответствие смещений кромок стыкуемых элементов установленным допускам;
- соответствие сварочных материалов, применяемых для прихваток, требованиям технологического процесса или производственных инструкций по сварке;
- соответствие режимов подогрева (если он необходим) под прихватку;
- соответствие общих геометрических размеров собранного узла, а также правильность взаимного расположения деталей.

При сварке деталей из сталей, требующих предварительного подогрева, до начала его должно быть проверено персоналом ОТК, мастерами по сварке или бригадами сварщиков качество сборки.

В процессе сварки контролируют:

- качество сварки и зачистки корневого шва;
- температуру сопутствующего подогрева;
- технологичность применяемых сварочных материалов, этот контроль осуществляется сварщиком путем наблюдения за внешним видом сварочных материалов, характером плавления и формированием валиков при выполнении сварки;
- на правильность выполнения переходов от одного сечения к другому, а также соответствие геометрических размеров требованиям чертежей.

При выполнении операций сборки деталей под сварку контролируют:

- правильность расположения подкладного кольца (при его наличии);
- величину зазора между стыкуемыми элементами, а также между подкладным кольцом и внутренними поверхностями труб и деталей;
- соответствие смещений кромок стыкуемых элементов установленным допускам;
- соответствие сварочных материалов, применяемых для прихваток, требованиям технологического процесса или производственных инструкций по сварке;
- соответствие режимов подогрева (если он необходим) под прихватку;
- соответствие общих геометрических размеров собранного узла, а также правильность взаимного расположения деталей.

При сварке деталей из сталей, требующих предварительного подогрева, до начала его должно быть проверено персоналом ОТК, мастерами по сварке или бригадирами сварщиков качество сборки.

В процессе сварки контролируют:

- качество сварки и зачистки корневого шва;
- температуру сопутствующего подогрева;
- технологичность применяемых сварочных материалов, этот контроль осуществляется сварщиком путем наблюдения за внешним видом сварочных материалов, характером плавления и формированием валиков при выполнении сварки;
- соблюдение заданных режимов сварки (при этом проверяют: вид и полярность сварочного тока; диаметр электродов, силу сварочного тока, скорость сварки; скорость подачи проволоки; давление и расход сварочного газа; мощность и характер сварочного пламени);
- выполнение требований технологического процесса по заполнению разделки свариваемых соединений;
- выполнение установленного порядка при вынужденных перерывах процесса сварки.

Подлежащие термообработке сварные соединения подвергают внешнему осмотру и измерениям для выявления наружных дефектов.

Результаты пооперационного контроля, выполняемого контрольным или производственным персоналом, должны фиксироваться соответствующими клеймами на деталях (узлах, блоках, изделии) или записями в технологических паспортах изделий.

Приемочный контроль качества сварных швов и изделия в целом производится после термообработки (если она обязательна) и включает следующие виды контроля:

1. Внешний осмотр и измерения;
2. Механические испытания;
3. Металлографические исследования;
4. Ультразвуковую дефектоскопию;
5. Просвечивание рентгеновскими и гамма-лучами;
6. Гидравлические испытания;
7. Пневматические испытания и др.

Выбор способа контроля производится с учетом условий работы конструкции, материала конструкции, способа сварки и т.п. и определяется техническими условиями на ее изготовление.

Одно из важнейших требований, определяющих последовательность операций технологического процесса - обеспечение заданного объема выпуска изделий высокого качества - выполнимо при условии широкого внедрения в производство современных методов контроля качества.

В сварочном производстве доля брака недопустимо высока. В заводских условиях она достигает 3-5% и более. При неудовлетворительном качестве сварки годовые затраты на ликвидацию последствий брака из-за отказов и аварий сварных изделий иногда оказываются в несколько раз превышающими сумму производственных затрат на все технологические операции. Затраты на контроль при изготовлении ряда конструкций превосходят затраты на их сварку, а стоимость контрольных операций достигает 5-35% стоимости продукции. Это объясняется, прежде всего тем, что уровень механизации и автоматизации сварочных работ составляет 35-40%, в то время как доля автоматизированного неразрушающего контроля незначительна (порядка 1-2%). По тому в настоящее время особое внимание следует уделять ускоренному вне. рению автоматизированных методов контроля качества сварных соединений.

3. Организационный раздел

3.1. Разработка нормативов затрат труда

3.1.1. Расчёт норм времени сборочно-сварочных операций.

2.9.1. Нормирование сборки

Сборка сварных конструкций складывается из следующих затрат:

1. Подготовительно-заключительное время $T_{пз}$ определяется по таблице - 46 (Пособие по техническому нормированию)

$T_{пз}$ включает затраты:

- получение производственного задания – мин;
- ознакомление с чертежом – мин;
- получение и сдача инструментов, приспособлений – мин;
- сдача работы – мин.

Итого: $T_{пз} =$ мин.

2. Основное время - T_o определяется по табл. 46, 47 складывается:

- поднять детали к месту сборки – мин;
- установить детали – мин;
- крепление деталей – мин;
- прихватки - мин; прихватки выполняются, **например**, аргонодуговой сваркой, длина прихваток до 20 мм, количество прихваток – 20 шт;
- открепление деталей – мин.

Итого: $T_o =$ мин

3. T_v – вспомогательное время складывается:

- проверка качества деталей – мин;
- разметка места – мин;
- время на доставку – мин;
- зачистка кромок – мин;
- кантовка узла – мин

Итого: $T_v =$ мин.

4. $T_{обс}$ – время обслуживания рабочего места и личные надобности, определяется в процентах от оперативного:

$$T_{обс} = 10\% T_{оп} = 0,1 * (T_o + T_v) = \text{мин.}$$

5. Штучное время сборки:

$$T_{шт1} = T_{пз} + T_o + T_v + T_{обс} = \text{мин} = \text{н/ч}$$

$$T_{шт2-3} = \text{н/ч.}$$

3.1.2 Нормирование аргодуговой сварки

Корень шва производится аргодуговой сваркой, определим затраты:

1. Подготовительно-заключительное время определяется по таблице 9 (Методические указания по нормированию затрат времени, 2005 г.):

- получение производственного задания, указаний мастера, инструкций по ТБ – мин;

- ознакомление с работой – мин;

- подготовка инструментов и приспособлений – мин;

- включение и выключение источника – мин;

- сдача работы – мин

Итого: $T_{ПЗ} =$ мин

2. Основное время – определяется по формуле:

$$T_0 = 60 * F_{н.м.} * \rho / J_{св} * \alpha_n, \text{ где:}$$

$F_{н.м.}$ – площадь наплавленного металла, мм²;

ρ - плотность стали, г/см³;

$J_{св}$ – сила сварочного тока, А;

α_n – коэффициент наплавки

3. Вспомогательное время шва ($T_{вш}$) = мин (таблица 10)

Вспомогательное время на изделие ($T_{ви}$) = мин

Общее вспомогательное время ($T_в$) = $T_{вш} + T_{ви} =$ мин

4. Время обслуживания рабочего места, отдых и личные надобности, составляет 18% от оперативного времени

$$T_{обс} = 18\% T_{оп} = 0,18 * (T_0 + T_в)$$

5. Штучное время сварки:

$$T_{шт} = [(T_0 + T_{вш}) * l + T_{ви}] * K \text{ (мин), где:}$$

l – длина шва;

К- коэффициент, учитывающий затраты на отдых, определяется по таблице 11, $K = 1,18$

3.1.3 Нормирование затрат времени автоматической сваркой под флюсом

1. Подготовительно-заключительное время ($T_{пз}$) – определяется по таблице - 64 (Пособие по техническому нормированию).

2. Основное время:

3. Вспомогательное время шва ($T_{вш}$) = (таблица 65)

Вспомогательное время на изделие ($T_{ви}$) = (таблица 66)

Общее вспомогательное время (T_v) = мин

4. Время обслуживания рабочего места, отдых и личные надобности, составляет 12% от оперативного времени и определяется по таблице 66

$$T_{обс} = 12\% T_{оп} = 0,12 * (T_o + T_v)$$

5. Штучное время сварки:

$$T_{шт} = [(T_o + T_{вш}) * l + T_{ви}] * K \text{ (мин), где:}$$

l – длина шва = м ;

К- коэффициент, учитывающий затраты на отдых, определяется по таблице 66, $K = 1,12$

3.1.4. Нормирование затрат времени на полуавтоматическую сварку

1. Подготовительно-заключительное время ($T_{пз}$) – определяется по таблице – 72, в него входят:

- получение производственного задания, указаний и инструктаж мастера -
- ознакомление с работой –
- установка величины сварочного тока –
- установка скорости подачи электродной проволоки

- установка расхода газов –
- продувка газовых шлангов –
- включение и регулировка давления в шлангах –
- подготовка приспособлений –
- сдача работы –

Итого: $T_{пз} =$

2. Основное время сварки определяется по формуле:

$$T_0 = 60 * F_{н.м.} * \rho / J_{св} * \alpha_n$$
 , где:

$F_{н.м.}$ – площадь наплавленного металла, мм²:

ρ - плотность стали = 7,85 г/см³;

$J_{св}$ – сила сварочного тока, А;

α_n – коэффициент наплавки

T_0 - основное время считается отдельно для каждого типа сварного соединения.

3. Вспомогательное время (T_v) делится: на вспомогательное время шва ($T_{в.ш.}$) и вспомогательное время на изделие ($T_{в.и.}$).

$T_{в.ш.}$ – определяется по таблице 74, в него входят:

- зачистка и осмотр свариваемых кромок – 0,3 мин * количество кромок

- очистка шва от шлака, осмотр и промер шва – 0,4 * количество кромок

- переход сварщика к началу шва –

T – сумма времен

$T_{в.и.}$ – вспомогательное время на изделие, определяется по таблице 75:

- снять и отнести изделие краном –

- время на установку оборудования –

- включение и выключение – 0,5 мин;

- перемещение сварщика –

- поворот на 180° (2 раза) –

$T_{ви}$ = сумма времен

4. Штучное время определяется по формуле:

$T_{шт} = [(T_o + T_{вш}) * l + T_{ви}] * K$ (мин), где:

K – коэффициент, учитывающий затраты на отдых, определяется по таблице 77 = 1,15;

l – длина шва для каждого соединения

Штучное время определяется для каждого катета шва:

$T_{шт}$ - общее штучное время – сумма всех времен.

Затраты времени на сборку и сварку сводим в таблицу – 19.

Таблица 19 – Нормы времени на сборку и сварку

Номер подузла	Штучное время сборки, н/ч	Штучное время сварки, н/ч	Общее время, н/ч
1			
2-3			
ИТОГО			

3.2. Разработка мероприятий по охране труда и защите окружающей среды

Раздел -3.2 состоит из следующих подразделов:

3.1. Основные виды травматизма при производстве сварочных работ.

3.2. Охрана труда сварщика при электродуговой сварке.

3.3. Защита от светового и теплового излучений.

3.4. Защита от вредных выделений и аэрозолей.

3.5. Средства индивидуальной защиты.

3.6. Электробезопасность при сварочных работах.

3.7. Пожарная безопасность при выполнении электросварочных работах.

Список используемой литературы.

Примечание: список литературы не должен превышать срок издания более 5-ти лет. Если обучающийся пользуется старой литературой, то она вносится в дополнительную литературу.

«Белгородский индустриальный колледж»

Задание

на курсовое проектирование по профессиональному модулю
ПМ.02.Разработка технологических процессов и проектирование изделий.
МДК.02.02 Основы проектирования технологических процессов.
Обучающийся группы 41 ТСП /Ф.И.О/
Специальность 22.02.06 «Сварочное производство»
Тема задания: «Разработать технологический процесс сборки и сварки конструкции
Курсовой проект выполняется в следующем объеме:

Пояснительная записка:

Введение.....

1.Технологический анализ сварной конструкции

- 1.1. Описание конструкции и анализ её технологичности
- 1.2. Характеристика металла и его свариваемость
- 1.3. Технические условия на сборку и сварку металлоконструкций....

2. Технологический раздел

- 2.1. Выбор и обоснование выбора способа сварки
- 2.2. Выбор и обоснование сварочных материалов
- 2.3. Выбор режимов сварки
- 2.4. Выбор и обоснование сварочного оборудования
- 2.5. Выбор и описание технологической оснастки и вспомогательного оборудования
- 2.6. Выбор методов контроля качества сварки

3. Организационный раздел

- 3.1. Разработка нормативов затрат труда
- 3.2. Разработка мероприятий по охране труда и защите окружающей среды

Список используемой литературы

Графическая часть:

Лист 1. Общий вид изделия

Реальная часть проекта:

Дата выдачи проект: « » « » 201 г.

Срок окончания: « » « » 201 г.

Преподаватель: /Ф.И.О/

Календарный график выполнения основных этапов проекта:

№ этапа	Срок выполнения	Содержание работы	№ этапа	Срок выполнения	Содержание работы
1		введение	4		Раздел 3
2		Раздел 1	5		Графическая часть
3		Раздел 2	6		Сдача

График составил обучающийся:(Ф.И.О.)

Оценка за выполненную работу