

Министерство образования и науки Украины
Донбасская государственная машиностроительная академия

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА
БАКАЛАВРА

**для студентов специальности «Технологии и оборудование
сварки» дневной и заочной форм обучения**

Утверждено
на заседании кафедры «ОиТСП»

Протокол № от

Краматорск
ДГМА
2017

Методические указания по выполнению дипломного проекта бакалавра для студентов специальности «Технологии и оборудование сварки» / Сост. Н. А. Макаренко, А. Г. Гринь, А. Д. Кошевой, А. И. Цветков, А. А. Богуцкий, С. Г. Плис, С. В. Бондарев – Краматорск : ДГМА, 2017. - 84 с.

В методических указаниях приведены структура и краткое содержание дипломного проекта. При разработке методических указаний были использованы рекомендации редакционной комиссии НТУУ «Киевский политехнический институт»

Под общ. ред. Макаренко Н. А., док-р.техн.наук, проф.

Составили: Макаренко Н.А., проф.
Гринь А.Г., доц.
Кошевой А.Д., доц.
Цветков А.И., доц.
Богуцкий А.А. доц.
Плис С.Г., ст. преп.
Бондарев С.В., ст.преп.

Отв. за выпуск Волков Д.А., доц.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ЗАДАЧИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ	
2 СТРУКТУРА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА	
3 СОДЕРЖАНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА	
3.1 Сборочный чертеж сварной металлоконструкции и ее отдельных узлов	
3.2 Схематическое изображение технологического процесса изготовления изделия	
3.3 Технологические характеристики сварных соединений	
3.4 Диаграммы структурных составляющих и механически свойств зоны термического влияния	
3.5 Чертежи общего вида сборочно-сварочной оснастки	
4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАЗДЕЛОВ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ	
4.1 Описание сварной конструкции	
4.2 Общая характеристика и оценка свариваемости основного материала конструкции	
4.3 Обоснование выбора способа сварки	
4.3.1 Влияние конструктивных и технологических факторов на выбор способа сварки	
4.3.2 Техничко-экономическое обоснование предлагаемого способа сварки	
4.4 Выбор сварочных материалов	
4.5 Расчет режимов сварки	
4.6 Расчет расхода сварочных материалов	
4.7 Выбор сварочного оборудования	
4.8 Расчет теплового режима сварных соединений и определение структурного состояния металла зоны термического влияния	
4.9 Оценка технологичности сварной конструкции	
4.10 Разработка технологической последовательности изготовления изделия	

4.11 Проектирование сборочно-сварочной оснастки	
4.11.1 Составление технического задания на разработку сборочного (сборочно-сварочного) приспособления.....	
4.11.2 Расчет и конструирование сборочного (сборочно- сварочного) приспособления.....	
4.11.3 Описание работы приспособления с использованием спроектированной оснастки.....	
4.12 Контроль качества сварных конструкций.....	
4.13 Охрана труда	
Приложение А. Пример технологической схемы сборки и сварки методом наращивания	
Приложение Б. Пример поузловой сборки и сварки.....	
Приложение В.	
Приложение Г. Технологический процесс сборки и сварки.....	
Приложение Д. Пример составления технического задания на разработку сборочно-сварочного приспособления.....	
Приложение Е. Пример оформления чертежа общего вида приспособления.....	
Приложение Ж. Нормативные документы по контролю качества.....	
Приложение И. Пример выбора и обоснования методов контроля качества.....	

1 ЗАДАЧИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Дипломный проект является завершающей самостоятельной работой студентов по применению и проверке знаний, полученных в ВУЗе при изучении всех общеинженерных и специальных дисциплин, на основе которой Государственная экзаменационная комиссия (ГЭК) решает вопрос о присвоении студенту квалификации «Технический специалист-механик» по специальности «Технологии и оборудование сварки» направления подготовки «Сварка»..

Основные задачи дипломного проектирования:

- расширение, углубление и систематизация теоретических и практических знаний по специальности и их применение при решении конкретных инженерных задач;
- развитие умений и навыков самостоятельной работы при решении разрабатываемых в дипломном проекте проблем и вопросов, а также овладения методикой инженерного поиска и инженерного творчества;
- выяснение уровня подготовки студентов для самостоятельной работы в условиях современного производства.

В результате выполнения дипломного проекта студент должен показать, что за время обучения в ВУЗе он овладел:

- методикой оценки технологичности сварной конструкции;
- методикой выбора оптимальной технологии и оборудования для изготовления сварного изделия с учетом условий его производства и эксплуатации;
- основами рационального конструирования и методикой расчета сварных конструкций и соединений;
- основами выбора и применения средств механизации и автоматизации для сборки, сварки и контроля качества сварных изделий и конструкций,
- методикой определения качественного и количественного состава всех основных элементов сборочно-сварочного производства;
- разработкой новых расчетных схем режима сварки или наплавки и технологического процесса с использованием современной вычислительной техники;
- анализ работоспособности и изыскание путей повышения долговечности сварных металлоконструкций и т.п.

2 СТРУКТУРА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Дипломный проект состоит из пояснительной записки (70-80 страниц машинописного текста) и графического материала.

Пояснительная записка формируется в следующей последовательности:

- титульный лист (форма Н-9.02);
- задание на дипломный проект (форма Н-9.01);
- реферат;
- содержание (на первом листе содержания должен быть основной текстовый штамп пояснительной записки);

- введение;
- текстовая часть пояснительной записки;
- перечень ссылок;
- приложения;

Графическая часть проекта должна быть представлена в объеме 5-7 листов формата А1. В состав графических разработок могут быть включены:

- чертеж конструкции изделия (сварной металлоконструкции);
- схематическое изображение технологического процесса изготовления конструкции (заготовительные операции и последовательность выполнения сборочно-сварочных операций с элементами базирования);

- чертежи технологической оснастки для сборки и сварки;
- графическая интерпретация расчетов термических циклов сварки;
- графики термической обработки сварной конструкции;
- таблицы с результатами расчетов и другие материалы по согласованию с руководителем дипломного проекта.

Содержательная часть пояснительной записки в общем случае включает следующие разделы:

Введение.

1 Описание сварной конструкции.

2 Общая характеристика и оценка свариваемости основного материала конструкции.

3 Обоснование выбора способа сварки.

3.1 Влияние конструктивных и технологических факторов на выбор способа сварки.

3.2 Техничко-экономическое обоснование предлагаемого способа сварки.

4 Выбор сварочных материалов.

5 Расчет режимов сварки.

6 Расчет расхода сварочных материалов

7 Выбор сварочного оборудования.

8 Расчет теплового режима сварных соединений и определение структурного состояния металла зоны термического влияния.

9 Оценка технологичности сварной конструкции.

10 Разработка технологической последовательности изготовления изделия.

10.1 Заготовительные операции технологического процесса.

10.2 Разработка технологической схемы сборки и сварки изделия.

11 Проектирование сборочно-сварочной оснастки.

11.1 Составление технического задания на разработку сборочного (сборочно-сварочного) приспособления

11.2 Расчет и конструирование сборочного (сборочно-сварочного) приспособления

11.3 Описание работы приспособления с использованием спроектированной оснастки

12 Контроль качества сварных соединений.

13 Охрана труда и окружающей среды.

Приложения.

3 СОДЕРЖАНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

3.1 Сборочный чертеж сварной металлоконструкции и ее отдельных узлов

Приводится общий вид изделия с необходимым количеством проекций, разрезов и сечений, характеризующих конструкцию изделия и сварных соединений (1-1,5 листа формата А1). Типы сварных соединений и указания ГОСТов на применяемый способ сварки могут быть указаны непосредственно на чертеже или представлены в виде таблицы, содержащей номер шва, тип шва, соответствующий ГОСТ на сварку и длину шва каждого типоразмера.

3.2 Схематическое изображение технологического процесса изготовления изделия

Схема технологического процесса изготовления изделия может быть на 1-2 листах формата А1. На листах указывается наименование и

последовательность основных операций изготовления изделия (его узлов), принятых в проекте (заготовительные, сборочные, сварочные, сборочно-сварочные, термические, контрольные). Операции иллюстрируются схемами или рисунками, наиболее полно отражающими сущность технологической операции.

Характеристики заготовительных и сборочно-сварочных операций могут быть представлены на отдельных листах. Перечень и последовательность сборочно-сварочных операций должны отражать предлагаемый технологический процесс: сборка методом наращивания, поузловая сборка и сварка, сварка после окончательной сборки конструкции или сборка и сварка отдельных элементов и швов и т.д. (Приложение А и Б).

3.3 Технологические характеристики сварных соединений

Рекомендуется привести полную информацию о сварных швах в соответствии с рабочими чертежами изделия и технологией изготовления (номер шва, вид сварки, конструктивные элементы подготовки кромок, размеры готовых швов, сварочные материалы, режимы сварки, протяженность сварных швов, положение сварных швов в пространстве, масса наплавленного металла, сварочно-технологические показатели: коэффициент расплавления, наплавки и потерь на угар и разбрызгивание).

3.4 Диаграммы структурных составляющих и механических свойств зоны термического влияния

Диаграммы для определения структурных составляющих и механических свойств околошовного участка зоны термического влияния (ЗТВ) выполняются на листах формата А1 на основании расчетов, выполненных в разделе 4.8 и приведенных здесь же справочно-информационных данных.

3.5 Чертежи общего вида сборочно-сварочной оснастки

Общий вид чертежа приспособления для сборки-сварки конструкции или отдельного узла этой конструкции выполняется на листах формата А1 после выполнения расчетных и проектных работ в соответствии с рекомендациями раздела 11.

4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАЗДЕЛОВ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Введение должно носить конкретный характер применительно к теме дипломного проекта, данной отрасли промышленности, заданному изделию, его материалу и технологии изготовления. Обосновывается целесообразность и актуальность темы, приводится ее формулировка, указываются конкретные задачи, решаемые в ходе дипломного проекта.

4.1 Описание сварной конструкции

Описание сварной конструкции приводится по следующим показателям: масса, объем (для емкости), габариты; перечень свариваемых элементов (заготовок и деталей) по марке материала, сортамента и толщине проката; типы сварных соединений с указанием длины сварных швов по каждому типу и размеру. Здесь же описываются и обосновываются свои коррективы в конструкцию изделия.

4.2 Общая характеристика и оценка свариваемости основного материала конструкции

Приводится химический состав, состояние поставки, структура и механические свойства, влияние легирующих элементов на свойства стали. Оценивается склонность стали к образованию горячих и холодных трещин и хрупким разрушениям при низких температурах.

4.3 Обоснование выбора способа сварки

4.3.1 Влияние конструктивных и технологических факторов на выбор способа сварки

Выбор способа сварки зависит от многих факторов: химического состава и группы материала в соответствии с легированием; толщины

деталей; положения сварки; длины и конфигурации соединений; доступности сварки; программы выпуска изделия и типа производства, материальных затрат. Рекомендуется учитывать факторы в такой последовательности.

Первым фактором предлагается учесть химический состав и активность легирующих элементов основного металла

Далее необходимо учесть толщину металла. После чего учитывают следующие факторы: положение соединения при сварке, доступность к зоне сварки, длину швов, их конфигурацию и другие факторы.

Чем большее количество факторов учитывают, тем меньшее количество вариантов способов сварки остается. В итоге должен остаться один способ сварки.

Последовательность выбора способа сварки можно построить в виде таблицы выбора (табл. 4.1). Использование таблицы выбора покажем на конкретном примере. Например, имеем изделие – двутавровая балка, материал – сталь ВСтЗсп, соединение – тавровое, толщина стенки – 12 мм, полки – 16 мм, катет шва К – 12мм; положение сварки – нижнее, длина шва – 10 м, тип производства – серийное.

Объясним логику создания таблицы выбора. Сталь ВСтЗсп можно сваривать способами: Э, УП, Ф, Ш. Нецелесообразно для данной стали использовать сварку в инертных газах ИП, ИН. Второй фактор – положение сварки. В нижнем положении не сваривают электрошлаковым способом Ш. Далее учитываем катет шва, который можно получить за много проходов при сварке Е или УП и за один проход под флюсом Ф.

После выбора способа сварки необходимо дать технико-экономическое обоснование принятых решений в соответствии с предлагаемыми ниже методическими рекомендациями.

Таблица 4.1 – Выбор способа сварки

Фактор	Способы сварки					
	Ручная дуговая	Дуговая в CO ₂	Дуговая в инертных газах плавящимся электродом	Дуговая под флюсом	Электрошлаковая	Дуговая в инертных газах неплавящимся электродом
	Э	УП	ИП	Ф	Ш	ИН
1	2	3	4	5	6	7
Материал – сталь ВСтЗсп –	+	+	-	+	+	-

низкоугле- родистая сталь						
Продолжение таблицы 4.1						
1	2	3	4	5	6	7
Положение сварки нижнее	+	+	-	+	-	-
Катет шва К – 12мм	+много- проходной шов	+много- проходной шов	-	однопроходной шов	-	-
Длина шва – 10м, тип производства - серийное	-	+автоматиче- ская сварка	-	+автоматиче- ская сварка	-	-

«+» – рекомендуется к применению, «-» – не рекомендуется

4.3.2 Технико-экономическое обоснование предлагаемого способа сварки

В этом разделе необходимо привести технико-экономическое обоснование выбранного способа сварки и рассчитать оптимальную программу выпуска заданного изделия. Технико-экономическое обоснование производится путем определения технологической себестоимости изделия при использовании разных способов сварки, например, РДС и механизированной, и расчета экономической эффективности предлагаемого технологического процесса.

Исходными данными для расчета являются режимы сварки ($d_{Э}$, $I_{св}$, $U_{д}$), коэффициент наплавки α_n , масса наплавленного металла на одно изделие m_n и используемое технологическое оборудование (см. пп. 4.5-4.7).

4.3.2.1 Определение переменных расходов.

Переменные расходы включают в себя затраты на зарплату, сварочные материалы, электроэнергию и переменную часть текущего ремонта оборудования:

$$V = 1,375P_{\text{ПР.О.Т.}} + P_{\text{СВ.М}} + P_{\text{Э}} + P_{\text{ПЕР.Ч.Р.}}, \quad (4.1)$$

$$V = 1,375 \cdot P_{\text{пр.о.т.}} + P_{\text{св.м.}} + P_{\text{э}} + P_{\text{пер.ч.р.}}, \quad (4.1)$$

где $P_{\text{пр.о.т.}}$ – прямые затраты на оплату труда;
 $1,375$ – коэффициент, учитывающий отчисления с зарплаты в фонды социального страхования;

$P_{\text{св.м.}}$ – расходы на сварочные материалы;

$P_{\text{э}}$ – расходы на электроэнергию, потребляемую технологическим оборудованием;

$P_{\text{пер.ч.р.}}$ – переменная часть расходов на ремонт оборудования.

4.3.2.2 Определение затрат на оплату труда

Затраты на оплату труда определяются по формуле:

$$P_{\text{ПР.О.Т.}} = T_{\text{ШТ}} \cdot Ч_{\text{Т.СТ}}, \quad (4.2)$$

где $T_{\text{ШТ}}$ – штучное время сварочных работ, ч;

$Ч_{\text{Т.СТ.}}$ – средняя часовая тарифная ставка основных рабочих, грн.

$$T_{\text{ШТ}} = t_0 K, \quad (4.3)$$

где t_0 – основное время при сварке плавящимся электродом, ч;

K – коэффициент, учитывающий время обслуживания рабочего места, время на отдых и личные надобности (при ручной дуговой сварке $K=1,2$, при механизированной $K=1,13$, при автоматической $K=1,09$).

$$t_0 = \frac{m_n \cdot 10^3}{\alpha_n \cdot I_{\text{св}}},$$

где m_n – масса наплавленного металла, кг;

α_n – коэффициент наплавки, г/А·ч;

$I_{\text{св}}$ – сварочный ток, А.

4.3.2.3 Определение затрат на сварочные материалы

Расходы на сварочные материалы зависят от выбранного способа сварки и складываются из затрат на электродные материалы $P_{\text{э}}$, флюс $P_{\text{ф}}$ и защитные газы $P_{\text{з.г.}}$:

$$P_{\text{Э.М}} = Ц_{\text{Э.М}} G_{\text{Э.М}}, \quad (4,4)$$

$$P_{\text{Ф}} = Ц_{\text{Ф}} G_{\text{Ф}}, \quad (4,5)$$

$$P_{\text{З.Г}} = Ц_{\text{З.Г}} G_{\text{З.Г}}, \quad (4.6)$$

где $C_{э.м.}$, $C_{ф}$, $C_{з.г.}$ – цена электродных материалов, флюса и защитного газа соответственно, грн/кг;

$G_{э.м.}$, $G_{ф}$, – потребность в электродном материале, флюсе и защитном газе, соответственно, кг;

$G_{з.г.}$, – потребность в защитном газе, л/мин.

Потребность в электродном материале определяется по формуле

$$G_{э.м.} = m_n \cdot k_p, \quad (4.7)$$

где k_p – коэффициент расхода, учитывающий потери электродного металла на угар, разбрызгивание и т.п. (при ручной дуговой сварке $k_p = 1,7$, при полуавтоматической $k_p = 1,15$, при автоматической $k_p = 1,03$).

Потребность во флюсе определяется по формуле

$$G_{ф} = G_{э.м.} \cdot k_{ф}, \quad (4.8)$$

где $k_{ф}$ – коэффициент выражающий отношение массы израсходованного флюса к массе сварочной проволоки, принимаем $k_{ф} = 1,2$.

Потребность в защитном газе определяется по формуле

$$G_{з.г.} = g_{з.г.} \cdot t_0, \quad (4.9)$$

$g_{з.г.}$ – оптимальный расход защитного газа по ротаметру, л/мин.

4.3.2.4 Определение затрат на электроэнергию

Затраты на электроэнергию определяются по формуле

$$P_{ээ} = C_{ээ} \cdot G_{ээ}, \quad (4.10)$$

где $C_{ээ}$ – стоимость 1 кВт электроэнергии, грн;

$G_{ээ}$ – расход электроэнергии на одно изделие, кВт:

$$G_{ээ} = m_n \cdot \frac{U_d}{\alpha_n \cdot \eta \cdot k_u}, \quad (4.11)$$

где η – коэффициент полезного действия установки;

k_u – коэффициент, учитывающий время горения дуги (работы сварочного оборудования) в общем времени сварки (при ручной дуговой

сварке $k_{и} = 0,65$, при механизированной $k_{и} = 0,60$, при автоматической $k_{и} = 0,55$).

4.3.2.5 Относительно-переменная часть в текущем ремонте

Относительно-переменная часть в текущем ремонте определяется по формуле

$$P_{пер.ч.р.} = \frac{0,2 \cdot A \cdot T_{шт}}{F_{д.о.} \cdot K_{в} \cdot \rho}, \quad (4.12)$$

где $F_{д.о.}$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования, 3935 ч;

$T_{шт}$ – штучное время на одно изделие;

$K_{в}$ – коэффициент выполнения норм, $K_{в} = 1,1$;

ρ – коэффициент загрузки оборудования, для ориентировочных расчетов можно принять в пределах 0,8-0,9;

A – амортизационные отчисления, грн:

$$A = 1,1 \cdot C_{об} \cdot \frac{H_A}{100}, \quad (4.13)$$

где $C_{об}$ – первоначальная стоимость основного оборудования, грн;

H_A – норма амортизационных отчислений, для основного оборудования норма амортизации составляет 24%;

1,1 – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Результаты расчетов для каждого способа сварки сводятся в табл. 4.2.

4.3.2.6 Определение постоянных расходов

Постоянные расходы включают в себя затраты на амортизацию и постоянную часть текущего ремонта оборудования:

$$W = A + P_{пост.ч.р.} \cdot \quad (4.14)$$

Относительно-постоянная часть в текущем ремонте определяется по формуле

$$P_{пост.ч.р.} = 0,8 \cdot \alpha \cdot A, \quad (4.15)$$

где α – коэффициент отношения расходов на содержание и ремонт к амортизации, $\alpha = 0,7 \dots 0,8$.

4.2. Результаты расчетов для каждого способа сварки сводятся в табл.

Таблица 4.2 – Калькуляция переменных и постоянных расходов

№ п/п	Статьи расходов	Един. изм.	I способ			II способ		
			Кол-во	Цена, грн	Сумма, грн	Кол-во	Цена, грн	Сумма, грн
1	Зарплата							
2	Отчисления в соцстрах							
3	Затраты на электродные материалы							
4	Затраты на флюс							
5	Затраты на защитный газ							
6	Расходы на электроэнергию							
7	Переменная часть текущего ремонта							
	Итого переменные расходы							
8	Амортизация оборудования							
9	Постоянная часть текущего ремонта							
	Итого постоянные расходы							

4.3.2.7 Расчет программы выпуска

Критическая программа выпуска определяется по формуле:

$$N_{кр} = \frac{W_2 - W_1}{V_1 - V_2}. \quad (4.16)$$

Программа внедрения, при которой целесообразно применять более производительный способ сварки, определяется по формуле

$$N_{\text{вн}} = \frac{W_2 - W_1 + E_n (C_{\text{об.2}} - C_{\text{об.1}})}{V_1 - V_2}, \quad (4.17)$$

где E_n – нормативный коэффициент экономической эффективности, $E_n = 0,15$.

Для определения экономического эффекта от применения предлагаемого процесса находим полную загрузку единицы оборудования.

$$N_{\text{max}} = \frac{F_{\text{д.о.}} \cdot K_{\text{в}}}{T_{\text{ум}}}, \quad (4.18)$$

где $K_{\text{в}}$ – коэффициент выполнения нормы, принимаем $K_{\text{в}} = 1,1$.

4.3.2.8 Расчет технологической себестоимости

Технологическая себестоимость заданной программы выпуска определяется по следующей формуле

$$C = V + \frac{W}{N}, \quad (4.19)$$

где V – переменные расходы, грн;

W – постоянные расходы, грн;

N – программа выпуска продукции, шт.

Снижение себестоимости от применения процессов с большей степенью механизации или автоматизации рассчитывается по формуле

$$\Delta C = C_1 - C_2. \quad (4.20)$$

Расчет производится для каждой определенной программы выпуска и сводится в табл. 4.3.

Таблица 4.3 – Себестоимость годовой программы выпуска

Годовая программа, шт	Загрузка оборудования, %	Себестоимость годовой программы, млн. грн.		ΔC, млн. грн.
		I способ	II способ	
0	0			–
$N_{\text{кр}}$				

$N_{вн}$				
N_{max}				

4.3.2.9 Определение экономической эффективности

Экономическая эффективность определяется по формуле

$$\mathcal{E} = (C_1 + E_H C_{об1}) - (C_2 + E_H C_{об2}). \quad (4.21)$$

Сравниваем эффективность капиталовложений. При программе выше критической рациональным может быть вариант с большими относительно-постоянными расходами.

$$E_p = \frac{C_1 - C_2}{C_{об.2} - C_{об.1}} > E_H. \quad (4.22)$$

При этом должно выполняться условие $E_p > E_H$, что будет говорить об эффективности предлагаемого технологического процесса.

4.4 Выбор сварочных материалов

Выбрав способ сварки, необходимо назначить вид и марку сварочных материалов: покрытых электродов, сварочных проволок, защитных газов, сварочных флюсов, неплавящихся электродов. Для выбора покрытых металлических электродов для ручной дуговой сварки углеродистых, низколегированных конструкционных и теплоустойчивых сталей предлагается следующая методика. Исходными данными для выбора электродов является химический состав и механические свойства основного металла, условия эксплуатации сварной конструкции и уровень ее ответственности.

1-й шаг при выборе электрода – определение вида покрытия с учетом ответственности и характера нагружения конструкции..

2-й шаг при выборе электрода – учет предела прочности основного металла. Прочность металла шва, которую обеспечивает выбранный электрод, должна быть выше нижнего предела прочности основного металла.

3-й шаг при выборе электрода – учет температуры, при которой будет работать сварная конструкция. Сертификат на электроды имеет данные о минимальной критической температуре хрупкости $T_{хруп}$, при

которой ударная вязкость KCV металла шва при испытании связей с V-образным надрезом составляет не менее 34 Дж/см².

При выборе сварочных проволок для дуговой сварки в защитных газах и под флюсом необходимо пользоваться ГОСТ 2246-70. При выборе проволок, защитных газов и флюсов обязательно использование справочников, в которых для заданной марки стали предоставлена конкретная рекомендация относительно сварочных материалов.

4.5 Расчет режимов сварки

Расчет режимов сварки должен быть произведен с учетом многих факторов, основными из которых являются: химический состав основного и присадочного материалов, их теплофизические свойства, свойства и характеристики флюса и защитного газа, масса и габариты изделия, положение шва в пространстве, необходимость и наличие предварительного подогрева.

Необходимо рассчитать сварочный ток, напряжение на дуге, скорость сварки и подачи электродной проволоки, вылет электрода.

Расчет режимов сварки тавровых соединений может быть выполнен с применением ПЭВМ.

В конце раздела приводится сводная таблица режимов для всех видов соединений, имевших место в металлоконструкции, в которой приводятся следующие данные:

- тип шва, ссылка на ГОСТ (для стандартных соединений);
- эскиз соединения (для нестандартных сварных соединений);
- площадь наплавленного металла, мм²;
- количество проходов;
- вид (способ) сварки;
- сварочные материалы;
- диаметр электрода, мм;
- сварочный ток, А;
- вылет электрода, мм;
- напряжение дуги, В,
- скорость подачи электрода, м/ч;
- скорость сварки первого прохода, м/ч;
- коэффициент наплавки, г/А ч;
- коэффициент потерь;
- расход проволоки (электродов), на все изделие, кг;
- расход газа (для случая сварки в защитных газах), кг (л);
- расход флюса (для случая сварки под флюсом), кг;
- результаты расчетов могут быть включены в графическую часть проекта.

Расчет режимов сварки выполняется для всех типов сварных швов с использованием методики, рекомендуемой при выполнении курсовой работы по дисциплине «Технология и оборудование сварки плавлением».

4.6 Расчет расхода сварочных материалов

Расход сварочных материалов (электроды, электродная проволока, флюс, защитный газ) рассчитывается для каждого типа шва и для всех швов одного типоразмера с учетом общей длины сварных швов в изделии. Расчеты выполняются в соответствии с рекомендациями [6].

4.7 Выбор сварочного оборудования

Выбор сварочного оборудования производится в соответствии с принятыми способами сварки, с учетом габаритов изделия и протяженности сварных швов.

Выбранное оборудование должно обеспечивать высокую производительность сварки и удовлетворять следующим требованиям:

- быть современной конструкцией;
- обеспечивать надежность и безотказность в работе;
- иметь высокий уровень автоматизации;
- обеспечивать высокую точность настройки на заданный режим.

При выборе сварочного оборудования необходимо пользоваться рекомендациями методических указаний кафедры, рекламных проспектов и новейших справочно-информационных материалов.

Перечень рекомендуемой литературы

1 Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением / Под ред. Б. Е. Патона. – М. : Машиностроение, 1974. – 268 с.

2 **Акулов, А. И.** Технология и оборудование сварки плавлением / А. И. Акулов. – М. : Машиностроение, 1977. – 432 с.

3 **Каховский, Н. И.** Электродуговая сварка сталей. Справочник / Н. И. Каховский. – К. : наук.думка, 1975. – 480 с.

4 **Каховский, Н. И.** Сварка высоколегированных сталей / Н. И. Каховский. – К. : Техника, 1975. – 376 с.

5 Сварка в машиностроении : справочник в 3-х т. / Под ред. В. А. Винокурова. – М. : Машиностроение, 1971.

6 Юрьев, В. П. Справочное пособие по нормированию материалов и электроэнергии для сварочной техники / В. П. Юрьев. – М. : Машиностроение, 1972. – 152 с.

4.8 Расчет теплового режима сварных соединений и определение структурного состояния металла зоны термического влияния

При сварке основной металл в близлежащих участках шва подвергается своеобразной термической обработке. Примыкающие к шву участки с измененной по сравнению с основным металлом структурой получили общее название зоны термического влияния – ЗТВ.

Структура металла в этой зоне изменяется в соответствии с термическим циклом нагрева и охлаждения.

Для суждения о структурных превращениях в ЗТВ при сварке необходимо располагать данными по кинетике превращения аустенита.

Структурные изменения в ЗТВ можно оценить по диаграммам термокинетического превращения, построенным для условий сварки.

Такая диаграмма строится в координатах температура - время. Из-за больших диапазонов рассматриваемого времени его откладывают в логарифмическом масштабе. Отсчет времени при охлаждении аустенита начинается с момента, когда температура металла достигнет критической точки A_3 .

Выше этой температуры аустенит термодинамически устойчив, ниже – аустенитное состояние неустойчиво и в зависимости от температурно-временных условий может претерпевать перлитное, бейнитное (промежуточное) или мартенситное превращение.

В условиях непрерывного охлаждения весьма важно знать некоторые «характеристические» скорости охлаждения, которые соответствуют: W_{Φ} – началу появления избыточного феррита; W_{Π} – началу появления перлита; W_1 – началу появления мартенсита; W_2 – образованию 100% мартенсита (100% условно, так как кроме мартенсита имеется некоторое количество остаточного аустенита). Скорости W_1 и W_2 принято называть критическими, т.к. они ограничивают область частичной закалки.

Типичный вид диаграммы термокинетического (анизотермического) превращения аустенита для большого числа сталей различного состава приведен на рис. 4.1 в виде трех типов диаграмм.

Оценку структурных изменений в высокотемпературных участках ЗТВ можно выполнить и по скорости охлаждения. Поскольку скорость

охлаждения зависит от температуры, определяют мгновенную или среднюю скорость охлаждения при температуре 823К. При этой температуре переохлажденный аустенит свариваемых сталей быстрее претерпевает распад в перлитной области. Скорость охлаждения можно рассчитать по формулам:

– для наплавки на массивное изделие

$$W = -2\pi\lambda \frac{(T-T_0)^2}{q/V} \quad (4.23)$$

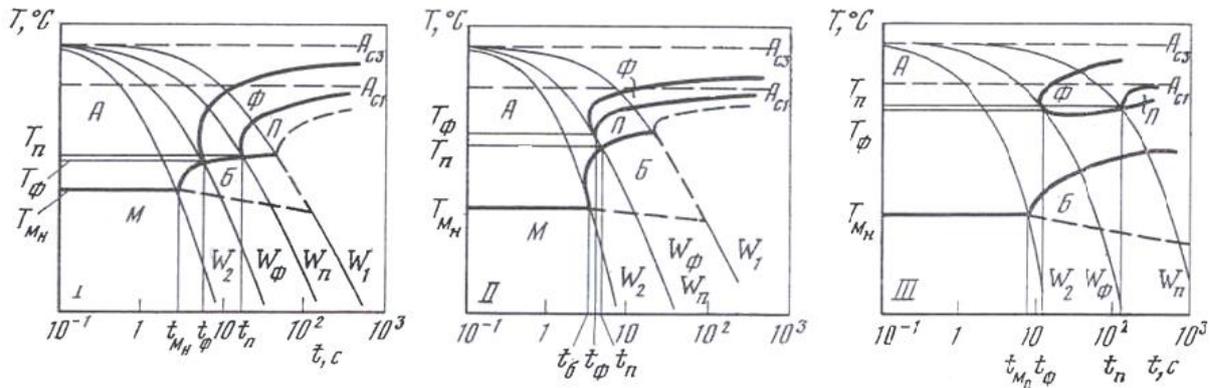


Рисунок 4.1 – Типы диаграмм анизотермического превращения аустенита сталей в околошовной зоне при сварке

– для односторонней сварки пластин встык

$$W = -2\pi\lambda\sigma\gamma \frac{(T_{Mn}-T_0)^3}{(\frac{q}{V\delta})^2} \quad (4.24)$$

где $q/V = I_{св} U_d \eta_{и} / V$ – погонная энергия сварки, Дж/см;

$I_{св}$ – сварочный ток, А;

U_d – напряжение на дуге, В;

V – скорость сварки, см/с;

$\eta_{и}$ – эффективный к.п.д. нагрева;

λ – коэффициент теплопроводности, Дж/см·с·град;

$\sigma\gamma$ – объемная теплоемкость, Дж/см³ град;

T_0 – температура подогрева при сварке, К;

δ – толщина свариваемых листов, см .

T – температура минимальной устойчивости аустенита для заданной марки стали, К.

Значение $\eta_{и}$ принимается равным: при ручной сварке открытой дугой металлическими покрытыми электродами на постоянном токе в пределах 0,75–0,85; при автоматической сварке под флюсом – 0,80–0,95; при сварке в аргоне плавящимся электродом – 0,70–0,80; при сварке в углекислом газе – 0,72–0,92, а также в аргоне вольфрамовым электродом – около 0,70. Меньшие значения $\eta_{и}$ соответствуют наплавке на поверхности

удлиненной дугой, а большие - сварке короткой дугой с углублением ее в разделку кромок или в сварочную ванну.

Знак минус в уравнениях (4.23) и (4.24) показывает, что происходит остывание металла. Скорость охлаждения зависит от формы изделия (массивное тело, пластина), эффективной погонной энергии q/V и температуры подогрева T_0 .

Температура подогрева T_0 практически позволяет в большей степени регулировать скорость охлаждения, чем эффективная погонная энергия. Однако при сварке крупных деталей нагрев приходится ограничивать по соображениям облегчения условий труда.

Влияние подогрева и погонной энергии сварки на скорость охлаждения сильнее сказывается в пластинах чем в массивных телах. Это следует из показателей степеней в формулах (4.21) и (4.22).

Пример 1. Режим сварки на поверхности массивного тела из низколегированной стали подобран из условия качественного формирования шва и характеризуется следующими параметрами: $I_{CB} = 400A$, $U_D = 38B$, $V_{CB} = 18m/ч = 0,5cm/с$, $\eta = 0,8$. Требуется определить мгновенную скорость охлаждения металла при $T = 920K$ и в случае, если она выше $25K/с$, определить температуру подогрева T_0 , обеспечивающую указанную скорость охлаждения. Теплофизические коэффициенты стали: $\alpha = 0,08cm^2/с$, $\lambda = 0,38Bт/(cm \cdot K)$, $c\gamma = 4,8Дж/(cm^3 \cdot K)$.

Определим вначале эффективную мощность источника теплоты и погонную энергию сварки q/V :

$$\begin{aligned} q &= \eta_{II} U_D I_{CB} = 0,8 \cdot 38 \cdot 400 = 12150 \text{ Вт}; \\ q/V &= 12150 / 0,5 = 24300 \text{ Дж/см}. \end{aligned} \quad (4.25)$$

Скорость охлаждения вычислим по формуле:

$$W = -2 \cdot 3,14 \cdot 0,38 (920 - 293)^2 / 24300 = -39 \text{ К/с}. \quad (4.26)$$

Определяем температуру подогрева, обеспечивающую скорость охлаждения $-25K/с$, используя формулу (4.26):

$$\begin{aligned} (T - T_0)^2 &= -W q / V / (2\pi\lambda) = -25 \cdot 24300 / (2 \cdot 3,14 \cdot 0,38) = 25,5 \cdot 10^4 K^2; \\ (T - T_0) &= 514 \text{ К}; \quad T_0 = T - 514 = 920 - 514 = 406 \text{ К}, \end{aligned} \quad (4.27)$$

т.е. требуется осуществить подогрев изделия примерно до температуры $T_0 \approx 400K$.

При сварке по плоскому слою скорость охлаждения также целесообразно определить для точек на оси шва, т.е. для $y=0$, $z=0$. Скорость охлаждения определяют при помощи номограммы (рис. 4.2). Вначале необходимо определить критерий:

$$\frac{2g/V}{\pi\delta^2 c\gamma(T-T_0)'} \quad (4.28)$$

т.е. значение аргумента на номограмме рис.4.2, а затем по кривой найти численное значение функции – безразмерного критерия ω .

Скорость охлаждения точек плоского слоя определяется по формуле:

$$W = -\omega 2\pi\lambda \frac{(T-T_0)^2}{q/V}. \quad (4.29)$$

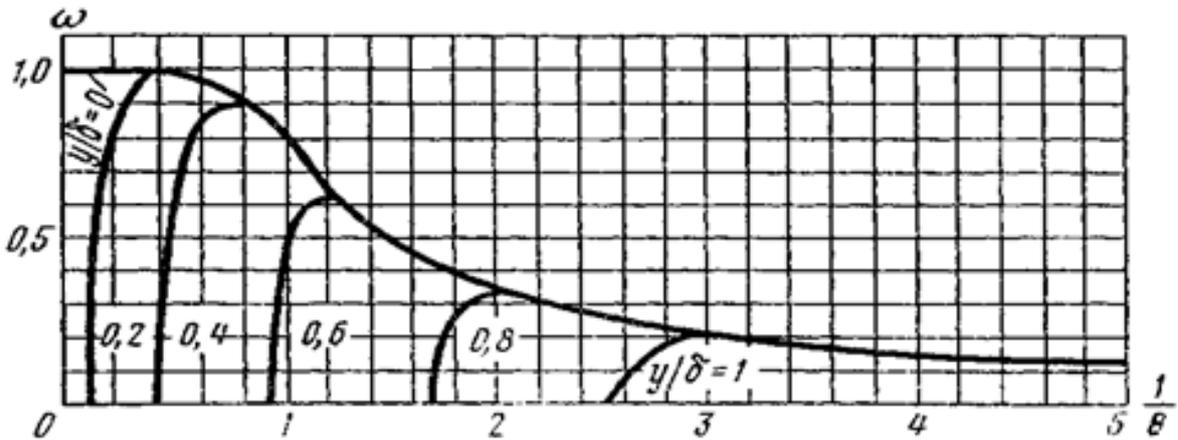


Рисунок 4.2 – Расчетный график для определения мгновенной скорости охлаждения при наплавке валика на лист

Следует отметить, что при значениях критерия $1/\theta > 2,5$ скорости охлаждения точек плоского слоя, расположенных по оси движения источника теплоты, почти совпадают со скоростью охлаждения точек пластины, а при $1/\theta < 0,4$ - со скоростью охлаждения точек полубесконечного тела.

Пример 2. На лист из стали толщиной 24 мм наплавляют валик при погонной энергии $q/V = 32\,000$ Дж/см. Теплофизические коэффициенты: $\lambda = 0,38$ Вт/(см·К), $c\gamma = 5,2$ Дж/(см³·К).

Определить влияние окружающей температуры, изменяющейся в пределах от 293 до 243 К, на мгновенную скорость охлаждения металла на оси шва при $T=973$ К.

Толщина листа (24 мм) не соответствует значениям, для которых скорость охлаждения определяют по уравнениям 4.21 и 4.22. Поэтому будем определять скорость охлаждения по номограмме, приведенной на рис.4.2.

Вычисляем при $T_0 = 293$ К безразмерный критерий

$$\frac{1}{\theta} = \frac{2 \cdot 32000}{3,14 \cdot 2,4^2 \cdot 5,2(973-293)} = 1,0. \quad (4.30)$$

По номограмме находим соответствующее, значение критерия $\omega = 0,79$.

Скорость охлаждения определяем по формуле 4.27:

$$W = -0,79 \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,38(973-293)^2}{32000} = -27,3 \text{ К/с}. \quad (4.31)$$

Определяем скорость охлаждения при температуре окружающей среды $T_0 = 243 \text{ К}$

Вычисляем при $T_0 = 243 \text{ К}$ безразмерный критерий

$$\frac{1}{\theta} = \frac{2 \cdot 32000}{3,14 \cdot 2,4^2 \cdot 5,2(973-243)} = 0,93. \quad (4.32)$$

Находим по номограмме $\omega = 0,87$.

Скорость охлаждения при начальной температуре металла $T_0 = 243 \text{ К}$

$$W = -0,79 \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,38(973-243)^2}{32000} = -34,5 \text{ К/с} \quad (4.33)$$

Скорость охлаждения изменяется примерно на 7 К/с при изменении начальной температуры тела на 50 К .

При сварке тавровых, крестовых соединений, а также первого слоя стыкового шва с разделкой кромок в расчет по формулам (4.28, 4.29) следует вводить не действительные, а приведенные значения толщины металла δ_p , см и погонной энергии $(q/V)_p$ кДж/см. Приведенные величины δ_p и $(q/V)_p$ (табл. 4.4) получают умножением действительных их значений на следующие коэффициенты приведения, учитывающие влияние на скорость охлаждения W конструкционных особенностей заданных соединений и связанных с ними условий сварки [1]

Полученное расчетное значение скорости охлаждения W сравнивают со значениями оптимальных интервалов скоростей охлаждения $\Delta w_{\text{опт}}$ или допустимой скоростью охлаждения W_d для данной марки стали, которые приведены в [2] и выбраны по свойствам и структуре сталей в околосшовной зоне при сварке валиковой пробы, при испытаниях образцов по методике ИМЕТ-1 и при сварке крестовой пробы и пробы СТС.

Таблица 4.4 – Значения приведенных величин толщины и погонной энергии

Приводимая величина	δ_p	$(q/V)_p$
Наплавка, однопроходная сварка стыкового соединения без скоса кромок	1	1

Первый слой шва стыкового соединения (угол разделки 60°)	3/2	3/2
Первый слой второго шва соединения втавр или внахлестку	1	2/3
Первый слой четвертого шва крестового соединения	1	1/2

Диаграммы, показывающие изменение структурных составляющих околошовного участка ЗТВ в зависимости от скорости охлаждения при 873 – 773К для различных марок конструкционных сталей, заимствованны из атласа [2] (рис. 4.3). При пользовании диаграммой от принятой скорости охлаждения необходимо провести перпендикуляр и определить, через какие структурные области он проходит. Количество структурных составляющих определяется при проектировании точек пересечения перпендикуляра с кривыми графика на ось ординат.

Например, при охлаждении околошовного участка ЗТВ стали 45 со скоростью $W=13$ К/с, его структура будет состоять из 3% феррита, 88% перлита-бейнитной смеси и 9% мартенсита.

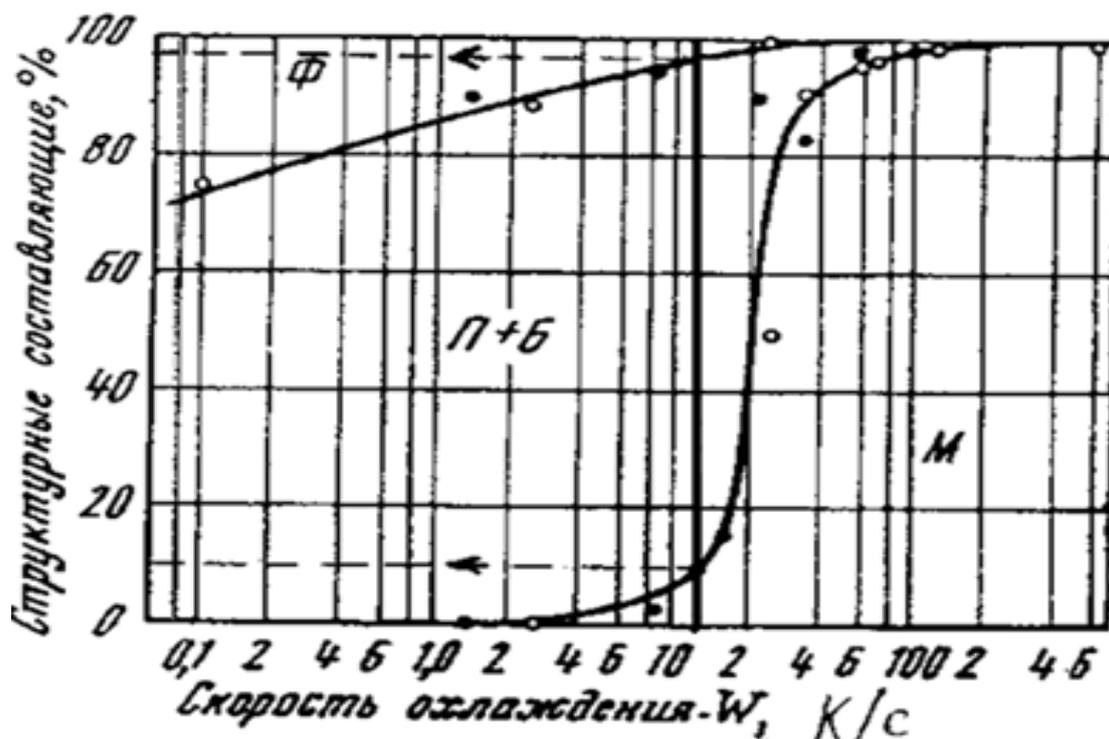


Рисунок 4.3 – Диаграмма для определения количества структурных составляющих околошовного участка ЗТВ стали 45 в зависимости от скорости охлаждения в интервале 873–773 К

Для определения механических свойств околошовной зоны на рис.4.4 и в [2]. представлены графики изменения предела прочности σ_B ,

твёрдости – НВ, относительного удлинения и сужения – δ и Ψ в зависимости от скорости охлаждения.

Используя методику, примененную для определения количества структурных составляющих, при указанной скорости охлаждения имеем: $\sigma_B = 1050$ МПа, твердость - 275 НВ, $\delta = 13\%$, $\Psi = 18\%$.

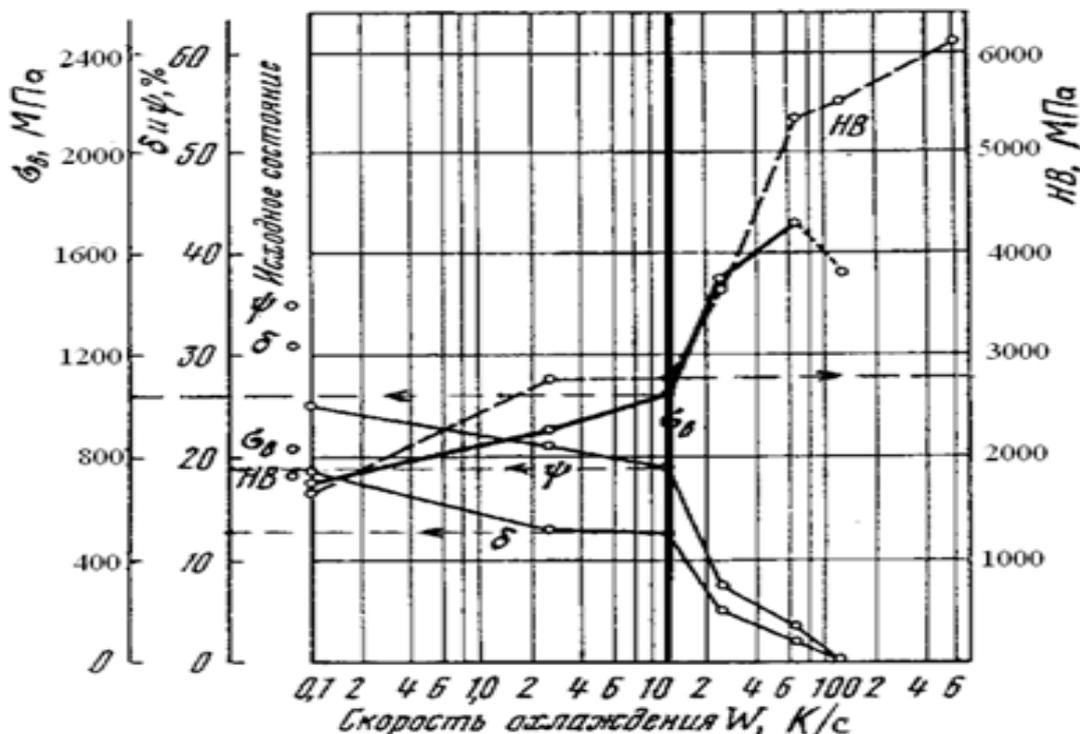


Рисунок 4.4 – Изменение механических свойств в околошовной зоне в зависимости от скорости охлаждения

Перечень рекомендуемой литературы

- 1 **Рыкалин, Н. Н.** Расчеты тепловых процессов при сварке / Н. Н. Рыкалин. – М : Машгиз, 1951. – 296 с.
- 2 **Шоршоров, М. Х.** Фазовые превращения и изменения свойств стали при сварке. Атлас / М.Х.Шоршоров, В.В.Белов. – М : Наука, 1972. – 220с.
- 3 Теория сварочных процессов: учебник для вузов / А. В. Коновалов, и [др] / Под ред. В. М. Неровного. – М. : изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 752 с. – ISBN 978-5-7038-3020-8.
- 4 Теория сварочных процессов: учебник для вузов по спец. «Оборудование и технология сварочного производства» / В. Н. Волченко, В. М. Ямпольский, В. А. Винокуров / Под ред. В. В. Фролова. – М. : Высш.школа, 1988. – 559 с. – ISBN 5-06-001473-8.
- 5 Теоретические основы сварки / Под ред. В. В. Фролова. – М.: Высш. школа, 1970. – 592 с.

6 **Петров, Г. Л.** Теория сварочных процессов / Г. Л. Петров, А. С. Тумарев. – М. : Высш. школа, 1977. – 392 с.

7 **Багрянский, К. В.** Теория сварочных процессов / К. В. Багрянский, З. А. Добротина, К. К. Хренов. – Киев : Вища школа, 1976. – 424 с.

8 Сварка в машиностроении. Справочник в 4-х т. / Ред. кол.: Г. А. Николаев /предс./ и др. – М. : Машиностроение, 1978. – Т.1 / Под ред. Н. А. Ольшанского. – 504 с.; Т.2 / Под ред. А. М. Акулова. – 482 с.

4.9 Оценка технологичности сварной конструкции

Высокая технологичность любой сварной конструкции обеспечивается только при совместной согласованной работе конструктора и технолога-сварщика.

При создании сварных конструкций с высокими технико-экономическими характеристиками требуется прежде всего производить анализ их технологичности. Известно, что комплексный метод проектирования конструкции и разработка технологии изготовления дает возможность создавать технологичные сварные конструкции. Такое проектирование позволяет найти оптимальные решения, наиболее полно отвечающие требованиям прочности, эксплуатации, технологичности и точности изготовления.

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

Технологичность обеспечивается с учетом предъявляемых к конструкции конструктивных, технологических и эксплуатационных требований.

В дипломном проекте необходимо выполнить анализ технологичности заданной сварной конструкции с учетом указанных требований.

4.10 Разработка технологической последовательности изготовления изделия

Сущность разработки технологического процесса изготовления сварной конструкции состоит в разработке алгоритма (маршрута) выполнения технологических операций, результатом которого должно стать получение сварной конструкции, пригодной для выполнения конкретных работ. Технологическая последовательность изготовления сварной конструкции зависит от многих факторов (рис. 4.5), среди

которых, как правило, главными являются конструкция изделия, тип производства (программа выпуска), соответствующие стандарты и технические условия, возможные способы технического оснащения.

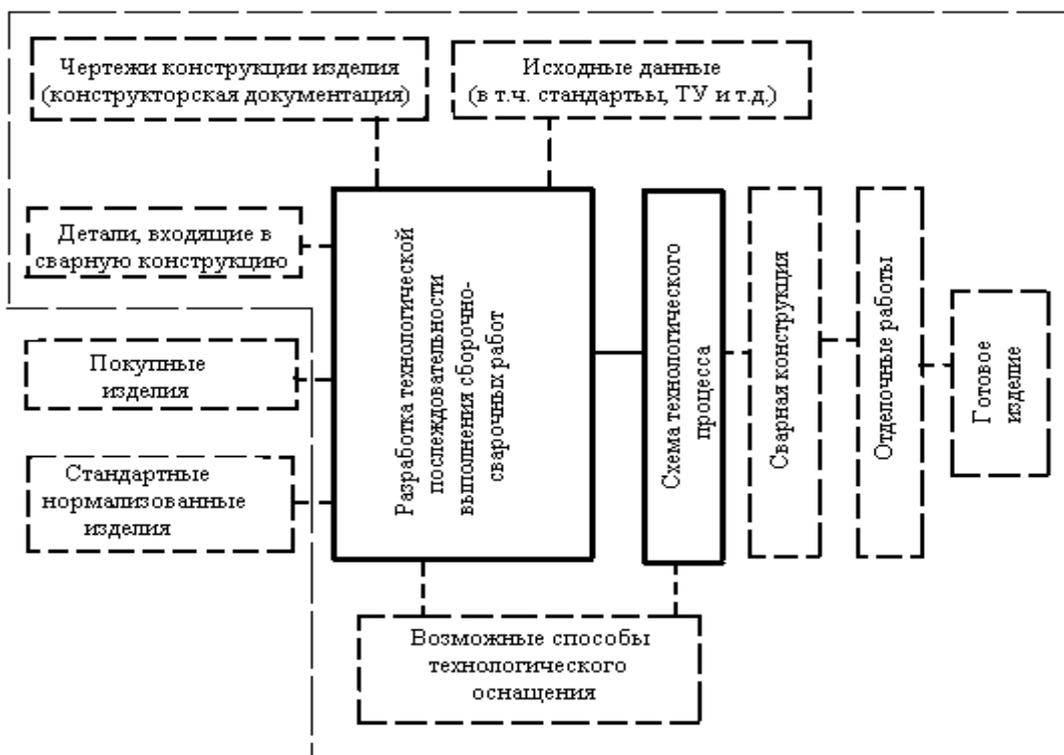


Рисунок 4.5 – Главные факторы, влияющие на технологическую последовательность сборки и сварки

4.10.1 Заготовительные операции технологического процесса

Заготовительными операциями являются: правка металла, очистка, разметка, наметка или полуавтоматический раскрой, резка металла: механическая и термическая, подготовка кромок, гибка заготовок, штамповка, сверловка, отбортовка и т.д.

Определяясь с оборудованием для заготовительных операций, необходимо четко знать требования к их изготовлению, тип производства, характеристику изделия (массу, размеры, материал, сложность, степень ответственности), которая влияет на качество деталей и их себестоимость, поэтому выбор оборудования необходимо всегда производить в сравнении. Но при этом нужно знать и приводить полную техническую характеристику выбранного оборудования.

Для получения полной картины технологической подготовки деталей для изготовления сварной конструкции необходимо построить

технологическую схему. Для этого все детали нужно разбить на технологические однородные группы.

В каждой группе выбрать изделие-представитель и составить технологическую схему изготовления этой детали.

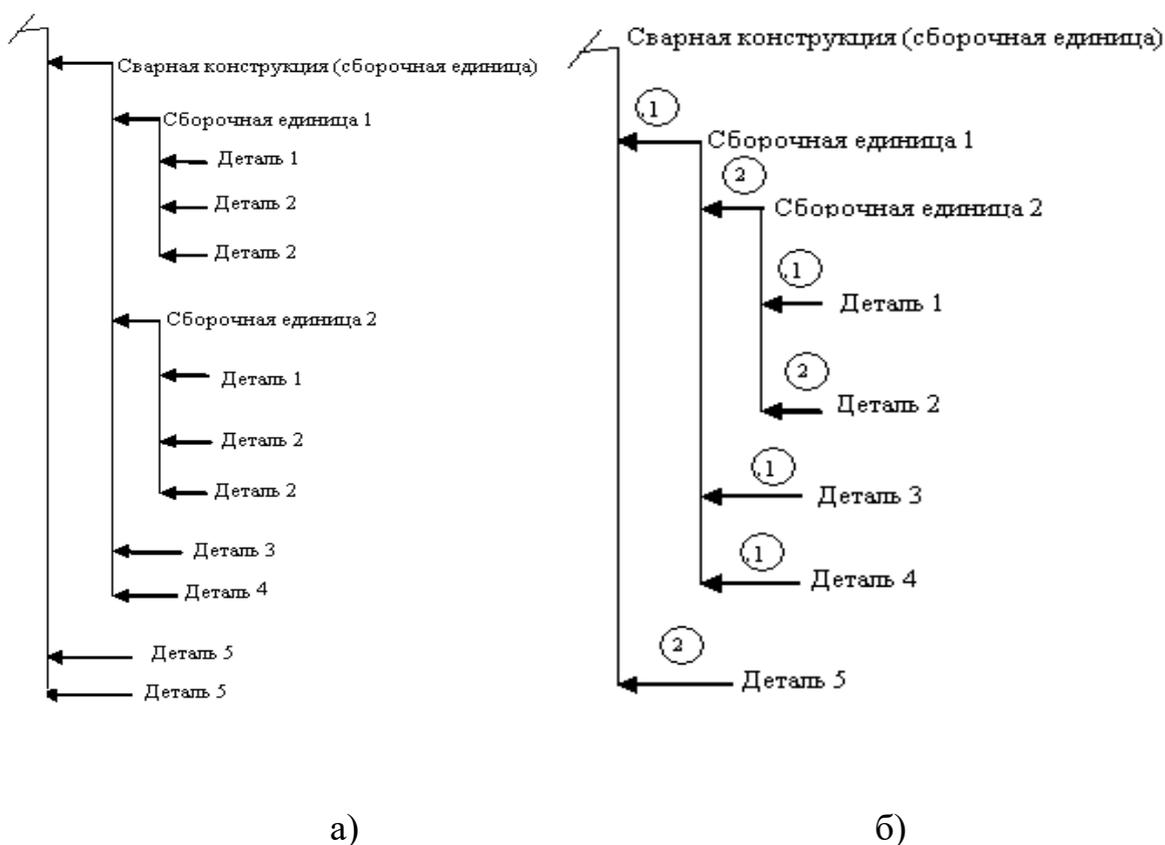
В каждом изделии, которое выдано студенту в качестве задания (Приложение В), необходимо выбрать и согласовать с руководителем 5-6 деталей, которые изготавливаются по разному и составить технологическую схему их изготовления на листе формата А1.

4.10.2 Разработка технологической схемы сборки и сварки изделия

Очень важным моментом при разработке технологического процесса является составление структурной схемы связей элементов конкретной конструкции. Необходимо при этом учитывать, что в сварные конструкции часто входит много одинаковых деталей и даже одинаковых сварочных единиц, причем одинаковые детали могут входить в разные сборочные единицы.

Второе условие, которое необходимо учесть – количество ее отдельных элементов.

На рис. 4.6, а показана структура конкретной конструкции.



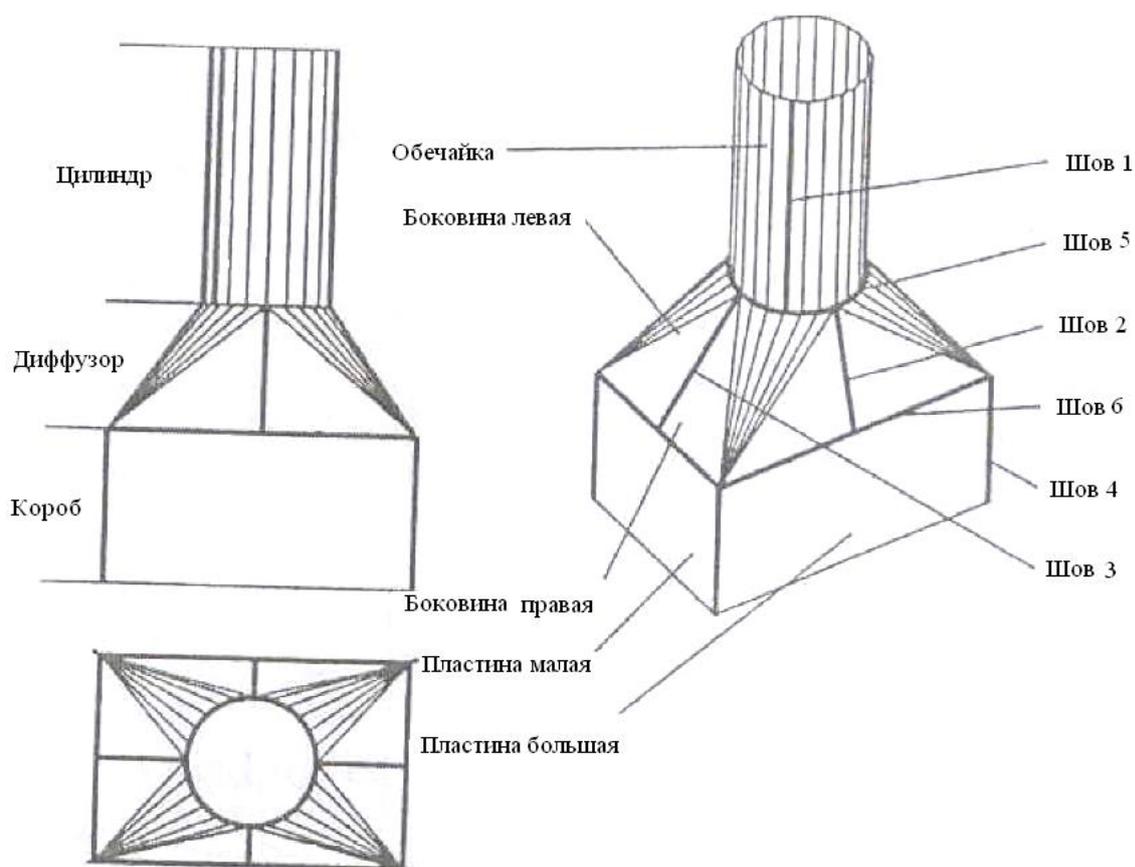
а – идеальный вариант; б – компактный вариант
Рисунок 4.6 – Вариант структурной схемы сварной конструкции

Если по такому принципу, когда каждый отдельный элемент занимает в структуре отдельную строку, отображать реальные конструкции часто с десятками одинаковых деталей, то эти схемы окажутся практически неприемлемыми вследствие своей громоздкости.

Поэтому на рис. 4.6, б показана структура этой же конструкции, но в компактном оформлении с указанием кратности вхождения в общую структуру отдельных ее элементов.

Этот вариант более эффективен, так как помимо своей компактности хорошо выделяет и показывает одинаковые элементы, которым будут соответствовать и одинаковые элементы маршрутных и операционных технологических процессов.

Более подробно методику подготовки и представления исходных данных рассмотрим на некотором примере сварного изделия (рис. 4.7).



1-6 – сварные швы

Рисунок 4.7 – Пример листовой сварной конструкции «переходник»

Это листовая конструкция переходника, обеспечивающего плавный переход от прямоугольного сечения к круглому и состоящего из трех отдельных узлов, цилиндра, диффузора и короба, каждый из которых можно рассматривать как отдельную сборочную единицу.

На рис. 4.8 дан вариант структуры этой конструкции, где указано количество входящих в каждую сборочную единицу элементов.



а – состав конструкции; б – вариант содержит сборочные единицы
 Рисунок 4.8 – Варианты структуры сварной конструкции «переходник»

Для разработки технологии изготовления сварного узла и формирования технической документации необходимо выполнить подготовку, сборку и сварку всей сварной конструкции.

Для обеспечения контроля за подготовкой технологии сварки и решения задач нормирования по каждому отдельному сварному шву в автоматизированной системе выполнена привязка швов к своим сборочным единицам. Эта привязка швов отражена в структуре сварной конструкции (рис. 4.9).

Для анализа конструкции и выработки технологических решений помимо связей между отдельными деталями и сборочными единицами нужны их конкретные характеристики, прежде всего весовые, и ссылка на чертежную документацию.



Рисунок 4.9 – Структура сварной конструкции «переходник» с привязкой швов

4.10.3 Описание технологического процесса выполнения сборочно-сварочных работ

4.10.3.1 Сборочные операции и требования к ним

Сборка – это технологическая операция придания деталям, подлежащим сварке, необходимого взаимного расположения (в соответствии с требованиями чертежа и технических условий) с закреплением их прихватками или специальными приспособлениями.

Правильная сборка должна обеспечивать высокое качество сварных конструкций. При сборке сварного изделия детали подают к месту сборки, затем устанавливают в сборочном устройстве в заданном чертежом положении и прихватывают (закрепляют). Сварку можно производить как после предварительной прихватки, так и без нее.

Во время сборки положение деталей определяют установочными элементами приспособления или смежными деталями.

Назначение сборочного оборудования в сварочном производстве – фиксация и закрепление свариваемых деталей. По своему применению сборочное оборудование делится на сборочное и сборочно-сварочное.

В сборочных приспособлениях сборку заканчивают прихваткой; в сборочно-сварочных, кроме сборки, производят полную или частичную сварку изделий, а иногда и выдержку после сварки с целью уменьшения сварочных деформаций.

Конструкция сборочного или сборочно-сварочного приспособления определяется технологическим процессом и зависит от форм, и размеров собираемого изделия, требуемой точности, типа производства, его программы, наличия производственных площадей, загрузки рабочих мест, вида сварки, марки и толщины материала и других факторов. Так, при изготовлении узлов автомобиля, кабин трактора и т.п. сварку производят непосредственно после сборки, без перестановки и промежуточной транспортировки. Следует отметить, что перестановка со сборочного на сварочное приспособление зачастую требует много времени, что удлиняет цикл изготовления и увеличивает трудоемкость. Но так как сборочно-сварочные приспособления сложнее и дороже сборочных, выбирать их нужно после предварительного тщательного анализа всех технико-экономических факторов. В зависимости от сложности сварной конструкции, программы выпуска сборку можно осуществлять таким образом:

- по разметке с использованием струбцин, планок, скоб с клиньями с последующей прихваткой и проверкой;
- при помощи шаблонов;
- по первому изделию, если им можно пользоваться как шаблоном;
- по выступам и углублениям на штампованных деталях с последующей контактной сваркой;
- на сборочно-сварочных стендах;
- в кондукторах и приспособлениях.

4.10.3.2 Использование прихваток и рекомендации по их постановке

Подготовленные под сварку детали прихватываются электродами или проволокой, предназначенными для сварки данного металла. В зависимости от толщины свариваемого металла длина прихваток

составляет от 20 до 80 мм. Расстояние между прихватками должно быть не больше 500 мм, а высота усиления прихватки не должна превышать 3 мм.

Нельзя выполнять сборочные прихватки на пересечении швов. Они должны находиться от этого места на расстоянии не менее 500 мм. В процессе сварки сборочные прихватки должны быть хорошо переварены.

Расстояние между прихватками зависит от металла и толщины деталей, жесткости узла, качества сборки.

Небольшие детали и узлы, жестко зафиксированные в сборочно-сварочных приспособлениях, можно и не прихватывать.

4.10.3.3 Технологический процесс сборки и сварки

Описание технологического процесса сборки и сварки изделия необходимо вести в повествовательной форме с полным описанием всех технологических операций, с указанием используемых режимов сварки, прихватки и используемого оборудования. Процесс описания начинается с промежуточного склада, где сосредотачиваются все необходимые детали с заготовительного участка. Технологический процесс излагают с последовательным перечислением всех необходимых операций.

Для примера разберем технологический процесс сборки и сварки опоры ([приложение Г](#)).

Технологический процесс изготовления опоры начинается с подачи с промежуточного склада всех необходимых деталей к рабочим местам, где осуществляется сборка и сварка.

На рабочем месте сборки первым со складского места подается и укладывается в сборочный стенд лист основания поз.3. Основание устанавливается по упорам и фиксируется с помощью пневмоприжимов с продольной и торцевой стороны. Затем на лист основания поз.3 по откидным упорам устанавливается стенка поз.1, фиксируется с помощью пневмоприжимов и прихватывается полуавтоматической сваркой (полуавтомат ПДГ-401 в комплекте с источником питания ВДГ-401 с использованием проволоки Св-08Г2С диаметром 1,6 мм, током 260 А и напряжением 30 В). На следующем этапе происходит установка по откидным упорам ребер жесткости поз.5, которые прижимаются пневмоприжимами и прихватываются с использованием того же оборудования, материалов и параметров режимов. После этого по откидным упорам к основанию поз.3 и ребрам поз.5 устанавливаются ребра поз.2, с одной и другой стороны прижимаются пневмоприжимами и прихватываются на тех же режимах, оборудовании и материалах. Собранный узел проверяется и на него устанавливается по откидным упорам верхняя полка поз.4, фиксируется пневмоприжимами и прихватывается в нижнем и потолочном положениях.

Полностью собранный узел освобождается от прижимов, снимается со сборочного приспособления с помощью мостовой кран-балки или

консольно-поворотного крана и передается на складское место или на манипулятор для сварки. Сварку всех швов изделия целесообразно производить полуавтоматической сваркой в смеси защитных газов или в защитном газе с использованием манипулятора для установки опоры в удобное для сварки положение. Можно производить сварку с использованием робота и того же манипулятора в следующей последовательности.:

- проварить шов, соединяющий нижнее основание поз.3 со стенкой поз.1;
- проварить шов, соединяющий нижнее основание поз.3 с ребром поз.5 с одной и другой стороны;
- проварить шов, соединяющий нижнее основание поз. 3 с ребром поз.2 с одной и другой стороны;
- скантовать изделие на 180° ;
- проверить швы, соединяющие верхнее основание поз.3 со стенкой поз.1 и ребрами поз.2 и 5;
- скантовать изделие на 90° ;
- проварить все остальные швы.

Второй вариант приведен в табл. 4.5 и 4.6

Таблица 4.5 – Описание технологического процесса сборки изделия

№ п/п	Содержание перехода
1	2
1	Установить основание поз.3 в приспособление для сварки по упорам.
2	Зафиксировать основание пневмоприжимами
3	Установить откидные упоры на основание поз.3 для установки стенки поз.1
4	Установить на нижнее основание поз.3 стенку поз.1 по откидным упорам
5	Зафиксировать продольную стенку поз.1 прижимами.
6	Прихватить полуавтоматической сваркой стенку поз.1 к основанию поз.3. Шов ГОСТ 14771-76 Т№-Σ5 20/100.
7	Отвести откидные упоры для установки стенки поз.1
8	Установить откидные упоры на основание поз.3 для установки ребра поз.5
9	Установить на основание поз.3 ребро поз.5 по откидным упорам.
10	Зафиксировать ребро поз.5 прижимами
11	Прихватить полуавтоматической сваркой ребро поз.5 к основанию поз.3 и стенке поз.1. Шов ГОСТ 14771-76 Т№-Σ5 20/100.
12	Отвести откидные упоры для установки ребра поз.5
13	Повторить переходы 8, 9, 10, 11, 12 для второго ребра поз.5

14	Установить на основание поз.3 откидные упоры для установки ребра поз. 2.
15	Установить на снование поз.3 ребро поз.2 по откидным упорам впритык к ребру поз.5
16	Зафиксировать ребро поз.2 прижимами.
<i>Продолжение таблицы 4.5</i>	
1	2
17	Прихватить полуавтоматической сваркой ребро поз.2 к основанию поз.3 и ребру поз.5.
18	Отвести откидной упор для установки ребра поз.2
19	Повторить переходы 14,15,16,17,18 для второго ребра поз.2.
20	Установить откидные упоры для установки полки поз.4
21	Установить полку поз.4 в приспособление по откидным упорам.
22	Прихватить полуавтоматической сваркой полку поз.4 к стенке поз.1 и ребрам поз. 2 и 5. Шов ГОСТ 14771-76 Т№-Σ5 20/100.
23	Раскрепить собранное изделие от действия прижимов
24	Снять собранное изделие из приспособления и передать на рабочее место сварки

Таблица 4.6 – Описание технологического процесса сварки изделия

№ п/п	Содержание перехода
1	2
1	Установить собранный узел в приспособление для сварки с помощью кран-балки и зафиксировать прижимами.
2	Выполнить полуавтоматическую сварку основания поз.3 с продольной стенкой поз.1. Шов Т1-Σ5 20/100 ГОСТ 14771-76.
3	Выполнить полуавтоматическую сварку основания поз.3 с ребром поз.5. Шов Т3-Σ10 ГОСТ 14771-76.
4	Повторить переход 3 для сварки второго ребра поз.5 с основанием поз.3. Шов Т1-Σ5 20/100 ГОСТ 14771-76.
5	Выполнить полуавтоматическую сварку ребра поз.2 и основания поз.3. Шов Т3-Σ10 ГОСТ 14771-76.
6	Повторить переход 5 для сварки второго ребра поз.2 с основанием поз.3.
7	Скантовать изделие на 90 ⁰ для сварки в нижнем положении ребер поз.2 и стенки поз.1 с основанием поз.3 в нижнем положении.
8	Выполнить полуавтоматическую сварку в нижнем положении всех швов изделия. Шов Т3-Σ10 ГОСТ 14771-76.
9	Скантовать изделие на 180 ⁰ в противоположную сторону для

	сварки в нижнем положении ребер поз.2 и стенки поз.1 с основанием поз.3 в нижнем положении.
10	Повторить переход 8 для сварки всех швов изделия в нижнем положении. Шов ТЗ-Σ10 ГОСТ 14771-76.
11	Скантовать изделие в исходное положение.
12	Скантовать изделие на 90 ⁰ для сварки в нижнем положении швов основания.
<i>Продолжение таблицы 4.6</i>	
1	2
13	Выполнить полуавтоматическую сварку в нижнем положении всех швов основания изделия. Шов ТЗ-Σ10 ГОСТ 14771-76.
14	Скантовать изделие на 180 ⁰ в противоположную сторону для сварки в нижнем положении швов полки поз.4.
15	Повторить переход 13 для сварки полки поз.4 изделия в нижнем положении. Шов ТЗ-Σ10 ГОСТ 14771-76.
16	Скантовать изделие в исходное положение.
17	Раскрепить сваренное изделие от действия всех прижимов. Снять сваренный узел с приспособления с помощью кран-балки и передать на стенд контроля качества.

На основании табл. 4.5 и 4.6 строится технологическая схема сборки и сварки, которую студент вычерчивает на одном из листов графической части формата А1 ([Приложение Г](#)).

4.11 Проектирование сборочно-сварочной оснастки

Конструкцию специального приспособления разрабатывают в два основных этапа:

- проектирование приспособления;
- конструирование приспособления.

На первом этапе выбирают, обосновывают и рассчитывают отдельные элементы приспособления. Определяют техническую (с точки зрения обеспечения требуемой точности) и экономическую целесообразность возможных вариантов конструкции приспособления. На втором этапе из выбранных элементов разрабатывают общий вид приспособления и рабочие чертежи деталей.

Проектирование приспособления неразрывно связано с разработкой технологического процесса сборки (сборки – сварки) данного узла.

В задачи технологов входят: выбор узла, разработка маршрутного процесса и уточнение содержания технологических операций, выбор и расчет параметров техпроцесса; выбор основного электротехнического

сварочного оборудования, предварительная разработка схемы приспособления.

В задачи конструктора при выполнении второго этапа входят: конкретизация принятой технологической схемы приспособления, выбор конструкции и размеров установочных элементов приспособлений, определение величин необходимых усилий закреплений, уточнение схем и размеров зажимных устройств, определение размеров направляющих деталей приспособления, общая компоновка приспособления с установлением допусков на изготовление деталей и сборку приспособления [1– 4].

Последовательность выполнения проектных работ:

1 Изучить и проанализировать конструкцию сварного узла, определить базовые поверхности его деталей, сделать чертеж узла.

2 Разработать технологический процесс сборки и сварки изделия.

3 Разработать принципиальную схему приспособления и составить техническое задание на проектирование приспособления.

4 Произвести расчет и выбор всех усилий зажима.

5 Разработать конструктивную схему приспособлений (установки), рассчитать и выбрать силовые исполнительные органы, в случае необходимости рассчитать и выбрать типовое оборудование.

6 Произвести конструкторскую разработку приспособления и его узлов, выполнить необходимые прочностные расчеты.

7 Оформить в соответствии с ЕСКД конструкторскую документацию.

4.11.1 Составление технического задания на разработку сборочного (сборочно-сварочного) приспособления

При выполнении первого этапа технологом составляется задание на проектирование нестандартной технологической оснастки, которое должно содержать следующий перечень основных положений [6]:

– назначение технологической оснастки (сборочная, сварочная, сборочно-сварочная и др.);

– перечень требований, предъявляемых к оснастке с конструктивных и технологических позиций (определить базовые поверхности, требования соосности и точности размещения деталей, требования борьбы с деформациями при сварке, необходимость защиты мест сварки, температурные условия работы отдельных деталей и узлов оснастки и др.);

– тип оснастки (универсальная, переналаживаемая, специализированная);

– условия эксплуатации (в цеху, на монтаже, наличие и параметры пневматической и электрической сетей и др.).

Задание составляется на каждую единицу нестандартной технологической оснастки. **Правила составления задания регламентирует**

ГОСТ 15.001–73, в соответствии с которым техническое задание включает следующие пункты:

- наименование, назначение, область применения;
- исходные данные;
- технические требования.

При разработке схемы размещения баз и прижимов следует пользоваться условными обозначениями, приведенными в таблицах Д.1 и Д.2. Пример составления технического задания приведен в [приложении Д](#).

4.11.2 Расчет и конструирование сборочного (сборочно-сварочного) приспособления

Конструирование оснастки производится на основании технического задания в полном соответствии с выбранной схемой расположения баз и прижимов [7-10].

В процессе конструирования определяются требуемые усилия зажима детали, производится силовой расчет зажимных устройств, включая расчет и выбор исполнительных органов (пневмо- и гидроцилиндров, электродвигателей).

В общем случае этот раздел пояснительной записки может состоять из следующих подразделов:

1 Определение усилий зажима деталей изделия в приспособлении.

2 Выбор конструктивной схемы приспособления и силовых исполнительных органов.

При выполнении чертежей технологической оснастки следует придерживаться следующего порядка:

1. Вычерчивают цветным карандашом (красным) контур собираемого изделия в двух-трех проекциях на значительном расстоянии друг от друга с тем, чтобы поместились проекции приспособления.

2 Чертят опоры, упоры, пальцы и другие фиксирующие элементы приспособления так, чтобы базовые поверхности деталей с ними соприкасались.

3 Вычерчивают зажимные механизмы и приводы.

4 Наносят вспомогательные устройства и детали.

5 Оформляют корпус приспособления с учетом удобного размещения всех элементов приспособления.

6 Вычерчивают необходимые разрезы, сечения и виды.

7 Делают увязку приспособления со средствами механизации (межоперационный транспорт, грузоподъемные механизмы).

8 Оформляют чертеж приспособления, проставляют размеры (габаритные, с особой точностью), допуски, составляют перечень составных частей деталей, указывают технические требования к сборке приспособления.

9 Согласовывают и утверждают чертежи (на общих видах наносят габаритные размеры и показывают крайние положения подвижных частей, а также размеры, которые определяют точность приспособления и его основные параметры, которые необходимы для сборки и контроля).

Пример оформления чертежа общего вида приведен в [приложении Е](#).

Проектируемая оснастка должна обеспечивать:

- а) пространственное размещение деталей в свариваемом узле, исключая операцию подгонки;
- б) точность сборки в пределах, установленных чертежом допусков;
- в) доступ к местам прихватки и сварки;
- г) наиболее оптимальный с точки зрения предотвращения сварочных деформаций порядок сборки и последовательность наложения сварных швов;
- д) соблюдение заданного размера между кромками свариваемых деталей;
- е) возможность сварки в нижнем положении;
- ж) быстрый отвод теплоты от места интенсивного нагрева;
- з) снижение сварочных деформаций в свариваемом узле;
- и) предохранение всех базовых и установочных поверхностей от брызг расплавленного металла и случайного возбуждения на них сварочной дуги.
- к) надежное закрепление свариваемого изделия силовыми прижимами.

Для предупреждения самопроизвольного их раскрепления во время манипуляций со свариваемым изделием в кинематическую схему механизмов крепления должны быть встроены самотормозящиеся звенья. Для предотвращения заклинивания резьбовых зажимных механизмов при их нагреве в процессе сварки резьба силовых элементов должна быть неполного профиля (прослаблена).

Элементы сборочно–сварочных приспособлений должны быть достаточно прочными и жесткими (для точного закрепления изделия в требуемом положении и для исключения его деформаций при сварке). Изделие должно быть зафиксировано так, чтобы во время сварки оно имело возможность смещения, так как при жестком закреплении свариваемых элементов возникают температурные и усадочные напряжения, способные вызывать трещины в сварных швах или в основном металле или же коробление изделия.

Зажимные или установочные элементы (шаблоны, упоры и фиксаторы) сварочной оснастки не должны создавать заклинивания под действием сварочных деформаций элементов свариваемого или собираемого на прихватках узла. При необходимости они должны обеспечивать сдвиг изделия в сторону от установочных элементов, а уже затем свободный его съем.

4.11.2.1 Расчет необходимых усилий прижима элементов изделия в приспособлении

В процессе проектирования усилия зажимов деталей определяются расчетным путем из условия предотвращения сварочных деформаций.

Если узел таков, что возникающие при сварке деформации незначительны, и ими можно пренебречь, то усилия зажима следует определять из условия удержания изделий в сварочном приспособлении в любом пространственном положении с учетом коэффициента запаса, либо из условий предотвращения перемещений от случайных нагрузок (не ниже 300-400 Н). В последнем случае следует иметь в виду, что при сборке тонколистовых конструкций такое усилие может вызвать нежелательные деформации деталей, поэтому максимально допустимые усилия зажима следует определять расчетным путем.

В некоторых случаях при сборке под сварку появляется необходимость в устранении зазоров между деталями, величина которых, а следовательно, и требуемые усилия для их устранения, зависят от точности изготовления заготовок и от их жесткости. В этих случаях усилия зажима должны быть не больше величины сопротивления деформации заготовок.

Для правильного определения усилия зажима, прежде всего, следует провести тщательный анализ конструкции сварного узла, оценить возможность появления сварочных деформаций и точность изготовления деталей. На основе проведенного анализа следует определить характер усилий, появляющихся в приспособлении, направление их действия и, затем произвести их расчет.

4.11.2.2 Выбор и расчет исполнительных органов технологической оснастки

В этом подразделе дается подробное обоснование выбранной конструктивной схемы, вычерчиваются общая схема приспособления и схемы отдельных механизмов в масштабе (в виде расчетных схем), дается описание всех движений и взаимодействия отдельных узлов и элементов, рассчитываются величина ходов подвижных узлов и их приводов (например, ходы штоков пневмоцилиндров), выполняются все силовые расчеты, т.е. определяются те силы и мощности, которые должны развить исполнительные органы (пневмоцилиндры, электродвигатели и т.д.), рассчитываются диаметры пневмоцилиндров, производятся расчеты на прочность и жесткость силовых элементов и несущих конструкций.

На схемах подвижные зажимные и фиксирующие элементы показываются в двух положениях: рабочем (сплошными линиями) и крайнем нерабочем положении (пунктиром). Такое двойное изображение подвижных элементов позволяет, с одной стороны, принять конструктивные схемы зажимов и фиксаторов такими, чтобы в нерабочем положении они не мешали установке деталей в приспособлении и

свободному съему собранного и прихваченного или сваренного узла с приспособления, а с другой стороны, это позволяет геометрическим путем определять требуемые ходы штоков пневмоцилиндра и других исполнительных органов.

Далее, исходя из схемы узла и анализа его работы, определяется способ крепления цилиндра или другого органа.

На основании способа крепления, величины хода штока и полученного расчетного диаметра (два последних параметра выбираются из стандартного ряда, как правило, не меньше расчетных значений) производится выбор пневмоцилиндров по каталогу [12].

4.11.3 Описание работы приспособления с использованием спроектированной оснастки

Чертежи приспособления необходимо выполнить в соответствии с требованиями “Единой системы конструкторской документации” (ЕСКД) на стадии эскизного проекта (ГОСТ 2.119–73). На стадии эскизного проекта разрабатываются чертежи общего вида (ГОСТ 2.109–73) [13].

В разделе дается описание конструкции и работы приспособления со ссылкой на соответствующий чертеж и номера позиций СП01.ДП04.000.00.ВО(1), СП01.ДП04.000.00.ВО(2)

Перечень рекомендуемой литературы

1 Гитлевич А.Д. Механизация и автоматизация сварочного производства. / А.Д.Гитлевич, Л.А. Этингер – М.: Машиностроение, 1972. –280 с.

2 Карпенко А.С. Технологічна оснастка у зварювальному виробництві: Навч. Посібник.-К.: Арістей, 2005. - 268с.

3 Куркин С.А. Технология и автоматизация производства сварных конструкций: Атлас: Учебн. пособие для студентов машиностр. спец. вузов. // С.А.Куркин, В.М. Ховов, А.М.Рыбачук – М.: Машиностроение, 1989. –328 с.

4 Севбо П.И. Конструирование и расчет механического сварочного оборудования. –К.: Наук. думка, 1978. –400с.

5 Терликова Т.Ф. Основы конструирования приспособлений: Учебн. пособие // Т.Ф. Терликова, А.С.Мельникова, В.И. Баталов – М.: Машиностроения, 1980. –120с.

6 Рымов Е.В. Конструирование и расчет сварочных приспособлений: Учебн. пособие. – Брянск: БИТМ, 1987. – 88 с.

7 Горохов В.А. Проектирование и расчет приспособлений. – Минск: Высшейш. школа, 1986. –240 с.

8 Устаткування для складання зварних металоконструкцій / В.Т. Катренко, Д.А. Волков, О.А. Богуцький, С.В. Жаріков, Г.М. Кущій. – Краматорськ, ДДМА, 2008.- 156с.

9 Евстифеев Г.А. Средства механизации сварочного производства. Конструирование и расчет. / Г.А.Евстифеев, И.С. Веретинников. - М.: Машиностроение, 1977. – 96 с.

10 Орлов П.И. Основы конструирования: Справ. – метод. пособие: – метод. пособие.: В 3 кн. – М.: Машиностроение, 1977.- 216 с.

11 Кисельников В.Б. Пневматические приводы и аппаратура электросварочного оборудования. – Л.: Машиностроение. Ленингр. Отделение, 1978. – 200 с.

12 Анурьев В.И. Справочник конструктора–машиностроителя: В 3 т. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1980. – Т.1–728с., т.2 – 559 с., т.3 – 557 с.

13 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). – М.: Изд-во стандартов, 1988. –240 с.

4.12. Контроль качества сварных соединений

Качество продукции – совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением. Показатели качества сварных соединений определяются той или иной совокупностью следующих свойств: прочностью, надежностью, отсутствием дефектов, структурой металла шва и околошовной зоны, коррозионной стойкостью, числом и характером исправлений и т. п. Согласно принятой терминологии под надежностью понимают свойство изделия выполнять заданные функции, сохраняя свои эксплуатационные показатели в заданных пределах в течение требуемого промежутка времени или требуемой наработки. Это определение относится к так называемой эксплуатационной надежности.

4.12.1 Дефекты сварных соединений

Дефекты сварки и причины их появления в сварных соединениях, выполненных сваркой плавлением или давлением, весьма разнообразны и характерны для каждого вида сварки и рода материалов.

Наличие дефектов в сварных соединениях может являться причиной разрушения сварного изделия. Применяя различные методы контроля, можно выявить дефекты и устранить их. Дефекты сварных соединений можно разделить на следующие основные группы:

- а) дефекты подготовки и сборки изделий под сварку;
- б) дефекты формы швов;
- в) наружные и внутренние макроскопические дефекты;
- г) дефекты микроструктуры.

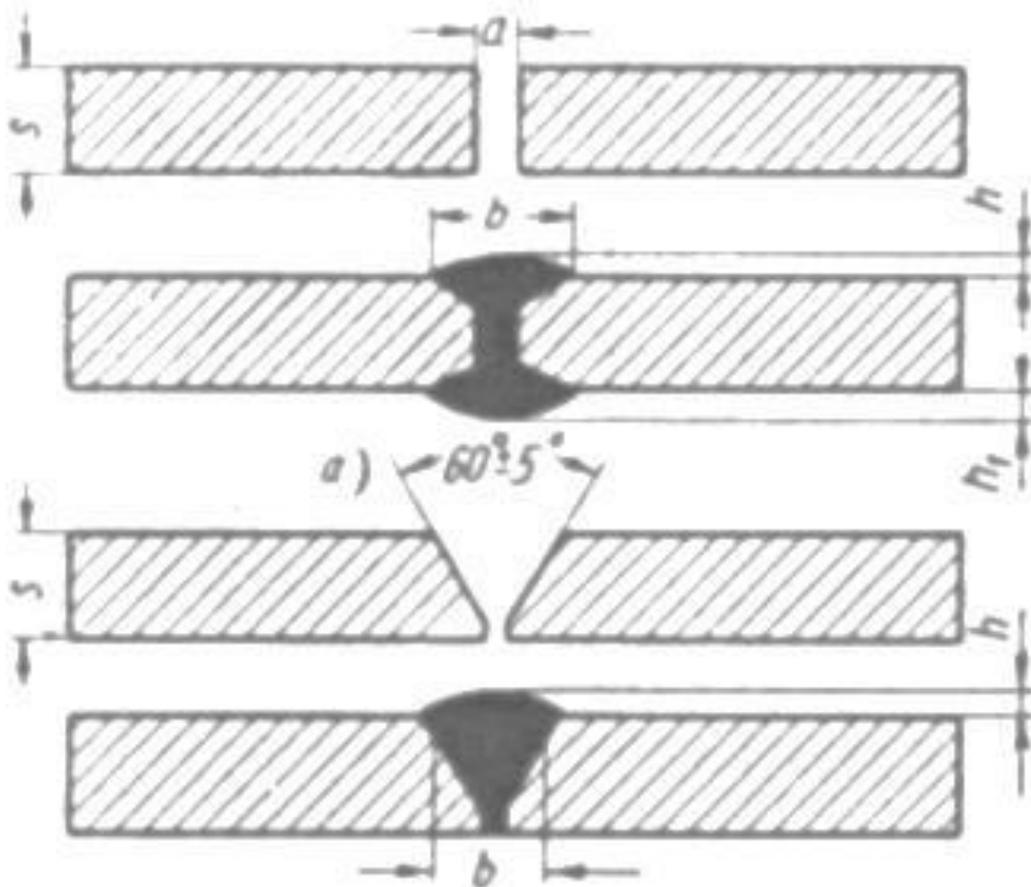
4.12.2 Дефекты подготовки и сборки изделий под сварку

Первой причиной снижения качества сварных швов и конструкции в целом являются дефекты подготовки и сборки изделий под сварку.

Характерными дефектами заготовок и сборки изделий под сварку плавлением являются: неправильный угол скоса кромок в стыковых швах с V-, X- и U-образной разделкой кромок; непостоянство угла скоса кромок в стыковых и угловых швах по длине свариваемых элементов; шлаковые включения, расслоения и загрязнения на кромках; слишком большое или малое притупление по длине соединяемых кромок; слишком большой зазор между кромками для данной толщины материала; непостоянство зазора между кромками по длине соединяемых элементов; несовпадение стыкуемых плоскостей кромок. Причинами появления указанных дефектов могут быть неисправности станков, на которых обрабатывали заготовки, и приспособлений для сборки; недоброкачество материала; ошибки в чертежах и низкая квалификация сборщиков. Контроль заготовок и сборки под сварку выполняется внешним осмотром и измерениями при помощи инструментов и шаблонов.

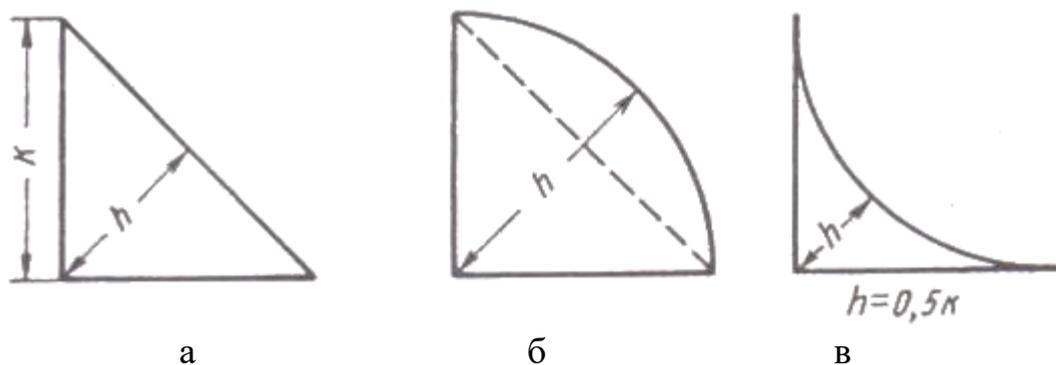
4.12.3 Дефекты формы швов

Форма и размеры сварных швов задаются техническими условиями, указываются на чертеже и регламентируются стандартами. Несоответствие выполненных швов заданным размерам может снизить прочность сварной конструкции. Конструктивными элементами для стыкового шва (рис. 4.13) являются: ширина шва b , высота усиления шва h и подварки h_1 .



a – без подготовки кромок, например, для $s = 8$ мм, $a = 2_{-1,0}^{+1,5}$, $b = 9 \pm 4$, $h = 0-3$; *б* – с V-образной подготовкой при $s = 9 \pm 14$, $b = s + (5 \pm 6)$, $h = 0-3$
 Рисунок 4.13 – Конструктивные схемы стыковых сварных швов

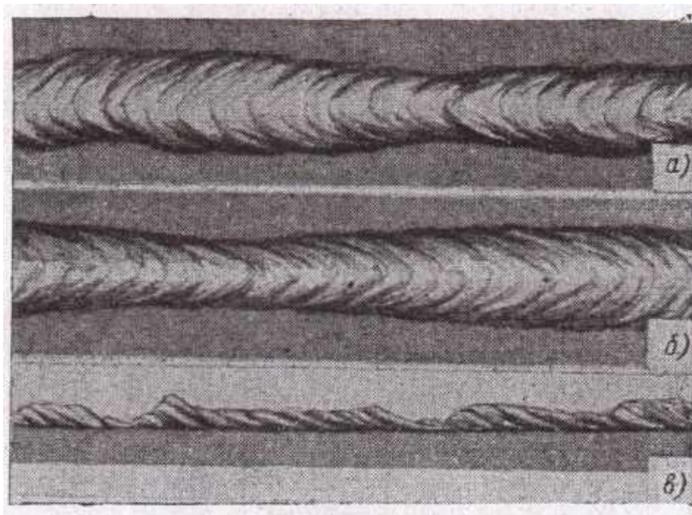
Для угловых швов в тавровых соединениях (рис. 4.14) без скоса кромок и нахлесточных соединений конструктивными элементами являются: катет k или калибр шва и высота рабочего сечения h .



а – нормальный; *б* – выпуклый; *в* – вогнутый
 Рисунок 4.14 – Конструктивная форма валиковых швов

Размеры швов зависят от толщины s свариваемого металла и обычно задаются техническими условиями.

При выполнении сварных соединений любыми методами сварки плавлением швы могут иметь неравномерную ширину по длине, неравномерную высоту, бугры, седловины, неравномерную высоту катетов в угловых швах (рис. 4.15). Неравномерная ширина швов получается от неправильных движений электродом при сварке вручную, в результате отклонений от размеров зазора кромок при сборке и неправильном режиме сварки.



а – неравномерная ширина шва при ручной сварке; б – то же при автоматической сварке; в – неравномерное усиление – бугры и седловины
Рисунок 4.15 – Дефекты формы швов

При автоматической сварке неравномерность ширины швов получается вследствие нарушений скорости подачи электрода и скорости сварки.

Неравномерность усиления по длине шва, местные бугры и седловины получаются при ручной сварке из-за недостаточной квалификации сварщика; при неправильных приемах заварки прихваток; из-за неудовлетворительного качества электродов, особенно для сварки в потолочном и вертикальном положениях. При автоматической сварке эти дефекты встречаются редко и являются следствием неполадок в механизме автомата, регулирующем скорость подачи проволоки и скорость сварки.

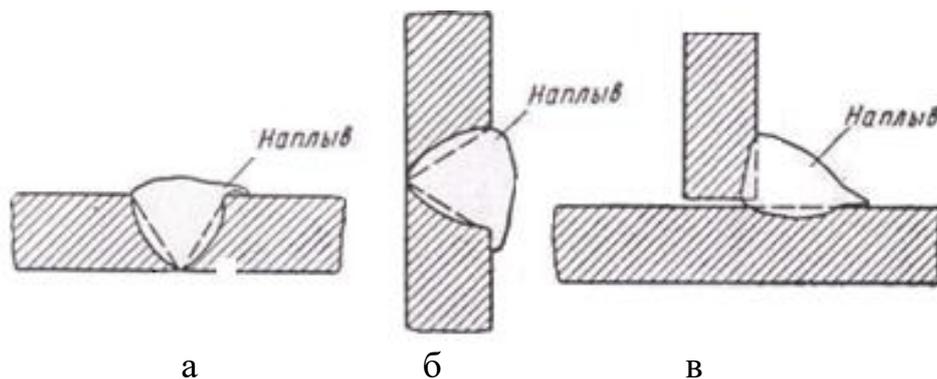
Перечисленные дефекты формы шва снижают прочность и ухудшают внешний вид швов.

Дефекты формы швов получаются из-за отступлений от технологии при автоматической сварке и низкой квалификации сварщика при ручной сварке. Наличие их косвенно указывает на возможность образования дефектов внутри швов.

4.12.4 Наружные и внутренние макроскопические дефекты

К этой категории дефектов сварки относятся наплывы, подрезы, незаделанные кратеры, прожоги, газовые поры, шлаковые включения, непровары и трещины.

Наплывы или натеки образуются в результате стекания расплавленного электродного металла на нерасплавленный основной металл (рис. 4.16). Наплывы могут быть местными, в виде отдельных зон, и могут быть значительной длины по шву.



а – в стыковом шве; б – при сварке горизонтальных швов, расположенных на вертикальной плоскости; в – в угловом шве таврового соединения

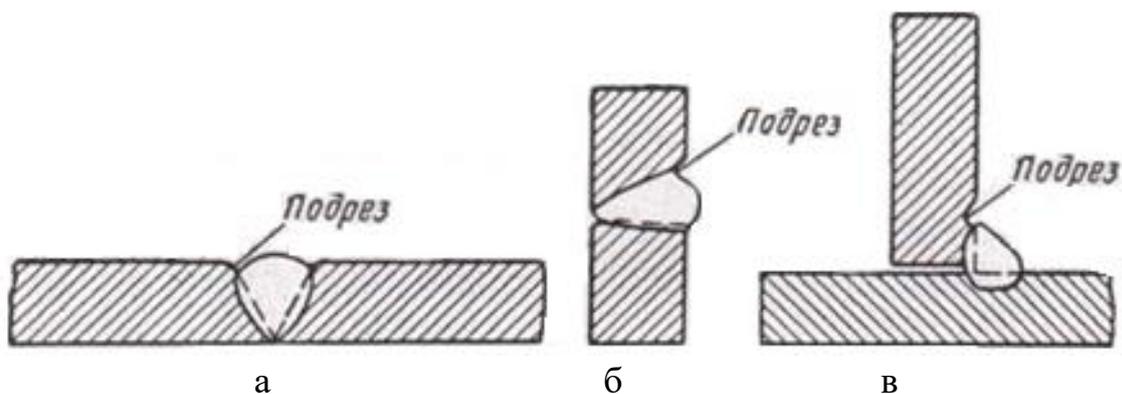
Рисунок 4.16 - Наплывы

Причиной образования наплывов являются нарушения в режиме сварки, чрезмерная сила тока при длинной дуге и большой скорости сварки.

Образование наплывов зависит также от того, в каком положении в пространстве находится свариваемый шов. Наплывы легко образуются при сварке в вертикальном положении и при сварке горизонтальных швов на вертикальной плоскости. Как правило, продолжением наплыва в глубину шва – является непровар по кромкам.

Подрезы представляют собой углубления (канавки) в основном металле, идущие по краям шва. Подрезы образуются при сварке на повышенных токе и напряжении дуги и при неудобных пространственных положениях шва.

Двусторонние и односторонние подрезы могут быть в стыковых и угловых швах. На рис.4.17 показаны различные случаи образования подрезов. Подрезы в шве уменьшают рабочую толщину металла, вызывают местную концентрацию напряжений от рабочих нагрузок и могут быть причиной разрушения швов.



*а – в стыковом шве при сварке в горизонтальном положении;
б – то же при сварке на вертикальной плоскости; в – в угловом шве*

Рисунок 4.17 – Подрезы

Кратеры, образующиеся при обрыве дуги, остаются на шве в виде углублений и исправляются подваркой. Размеры кратера зависят от величины сварочного тока и при автоматической сварке могут быть большими. На малых токах при сварке вручную диаметр кратера колеблется от 3 до 20 мм. На больших токах при автоматической сварке кратер имеет удлиненную форму, в виде канавки.

Исправление кратера требует тщательной подрубки и заварки во избежание местного ухудшения структуры металла и связанной с этим концентрации напряжений. Незаваренные кратеры уменьшают сечение шва и снижают его прочность.

Прожоги образуются при сварке металла небольшой толщины и при заварке первого слоя в многослойных швах на металле большой толщины.

Прожоги получаются от чрезмерно высокой погонной энергии дуги, неравномерной скорости сварки, остановки источника плавления, плохой сборки деталей под сварку.

Прожоги исправляются подваркой.

Газовые поры образуются в шве при сварке плавлением вследствие перенасыщения ванны расплавленного металла газами.

Загрязненность кромок свариваемого металла, длинная дуга, влажность обмазки и флюсов, вредные примеси в защитных газах — инертных и активных, высокая скорость сварки, — способствуют насыщению ванны газами.

Высокая скорость охлаждения расплавленного металла шва препятствует выделению газов (водорода, окиси углерода и др.), и они образуют поры, выходящие на поверхность шва или скрытые внутри него.

Размеры внутренних пор колеблются от микроскопических до 2-3мм в диаметре. Поры, выходящие на поверхность шва, могут иметь и большие размеры.

Ноздреватость и свищи при сварке под флюсом и в углекислом газе на больших токах могут иметь диаметр до 6-8 мм.

Так называемые «червеобразные» поры имеют длину до нескольких сантиметров.

Распределение пор в металле шва может быть равномерным по длине шва; поры могут располагаться группами на отдельных участках плотного металла и в линию в виде цепочки по продольной оси шва.

Образование пор и характер распределения их в шве можно объяснить различными причинами, в зависимости от нарушений технологического процесса сварки.

Поры нарушают плотность и прочность швов.

Шлаковые включения всегда имеются в металле шва, полученного любым способом сварки. Наименьшее количество включений получается при электроннолучевой сварке.

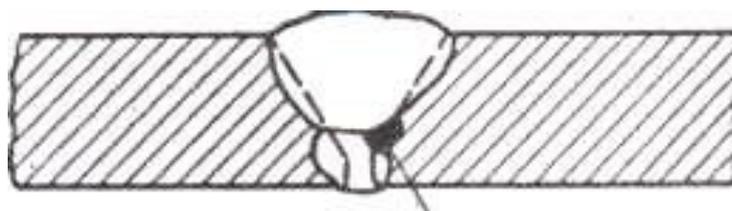
Шлаковые включения можно разделить на макро- и микроскопические. Макроскопические включения имеют сферическую и продолговатую форму, в виде вытянутых «хвостов».

Эти включения появляются в шве из-за плохой очистки свариваемых кромок от окалины и других загрязнений и чаще всего от внутренних подрезов и плохой зачистки шлака в первых слоях многослойных швов перед заваркой последующих слоев (рис.4.18).

Непровары – это несплавление основного металла с наплавленным и незаполнение металлом расчетного сечения шва. В зависимости от расположения в шве непровары можно подразделить на две группы:

- 1) несплавление – непровары по кромкам;
- 2) незаполнение расчетного сечения швов (рис. 4.19)

Непровары образуются при загрязнении кромок, неправильной подготовке кромок, неустойчивости режима (особенно при автоматической сварке) и от других причин.

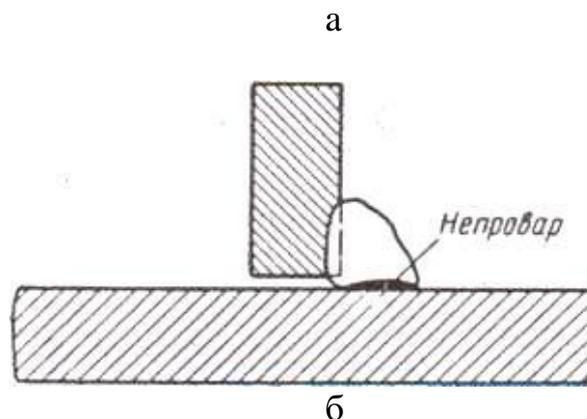


шлак

Рисунок 4.18 – Шлаковые включения по подрезу кромки в многослойном шве



непровары



*а – непровар по кромке в V-образном шве;
б – непровар по кромке в тавровом соединении
Рисунок 4.19 – Непровары по кромкам*

Наличие непроваров по кромкам, даже местных, небольшой длины, создает концентрацию напряжений в шве и приводит к разрушению сварной конструкции.

Непровары — незаполнение сечения — менее опасны, но также являются концентраторами напряжений и снижают прочность швов под действием динамических нагрузок.

Трещины — наиболее опасный дефект сварных швов.

По размерам трещины подразделяются на макро- и микроскопические, а в зависимости от происхождения — на холодные и горячие.

Трещины любых размеров могут образоваться в швах в процессе сварки; вскоре после сварки; через некоторое время после сварки: вследствие возникновения напряжений, превышающих предел прочности металла, а также в процессе эксплуатации сварной конструкции от перегрузок.

Горячие трещины, возникающие под действием растягивающих напряжений в процессе кристаллизации металла шва, часто бывают скрытыми, и их трудно выявить.

Холодные трещины, возникающие в швах при температурах 100-300° С, как правило, выходят на поверхность шва и легко выявляются.

По месту расположения в сварных соединениях трещины делятся на поперечные и продольные трещины в металле шва или в основном металле в околошовной зоне.

4.12.5. Выбор методов контроля качества сварки

4.12.5.1 Разрушающие и неразрушающие методы

При контроле качества сварных соединений и изделий применяют разные методы испытаний. Обычно по воздействию на материал или изделие эти методы группируют по двум классам: методы разрушающего контроля (РК) и методы неразрушающего контроля (НРК) (рис. 4.20).



Рисунок 4.20 – Методы контроля

4.12.6. Внешний осмотр и обмеры сварных швов и соединений

Внешний осмотр. Внешний осмотр и обмеры сварных швов и соединений являются первыми контрольными операциями по приемке готового сырья узла или изделия. Им подвергают все сварные швы независимо от того, как они будут испытаны в дальнейшем.

Внешним осмотром выявляют такие наружные дефекты, как непровары, наплывы, прожоги, незаваренные кратеры, подрезы, трещины, поверхностные поры, смещение свариваемых деталей.

Перед осмотром сварной шов и прилегающую к нему поверхность основного металла на ширине не менее 20 мм по обе стороны шва очищают от шлака, застывших брызг металла, окалины и других загрязнений. Швы осматривают невооруженным глазом или применяя лупу с увеличением до 10 раз по всей их протяженности и (в случае доступности) обязательно с двух сторон.

При недостаточном освещении используют карманные фонари или переносные электрические лампочки. Хорошо выполненный сварной шов имеет плавный переход к основному металлу, без наплывов и подрезов, а также равномерную ширину и высоту на всей длине.

По внешнему виду шва можно установить причину появления тех или иных дефектов.

Так, при малом токе шов получается слишком высокий, с закругленными краями и неглубоким проваром; завышенный ток ведет к неровностям краев шва и появлению подрезов.

При сварке длинной дугой происходит интенсивное разбрызгивание металла и шов неодинаков по ширине.

4.12.7 Радиационные методы контроля сварных соединений

4.12.7.1 Классификация и физические основы методов

Любой из известных методов радиационной дефектоскопии предполагает обязательное использование, как минимум, трех основных элементов (рис. 4.21): источника 1 ионизирующего излучения; контролируемого объекта 2 (сварного соединения); детектора 3, регистрирующего дефектоскопическую информацию.

При прохождении через вещество изделия ионизирующего излучения происходит его ослабление – поглощение и рассеяние.

Степень ослабления зависит от толщины δ и плотности ρ контролируемого объекта, а также от интенсивности M и энергии E самого излучения. Наличие в веществе внутренних дефектов размером $\Delta\delta$ приводит к резкому изменению интенсивности энергии выходящего пучка излучения. Иными словами, выходящий пучок несет дефектоскопическую информацию о внутренней структуре контролируемого объекта.

Методы радиационной дефектоскопии различаются в первую очередь применяемыми способами детектирования этой дефектоскопической информации. Соответственно различают следующие методы: радиографический, радиоскопический и радиометрический (рис. 4.21).

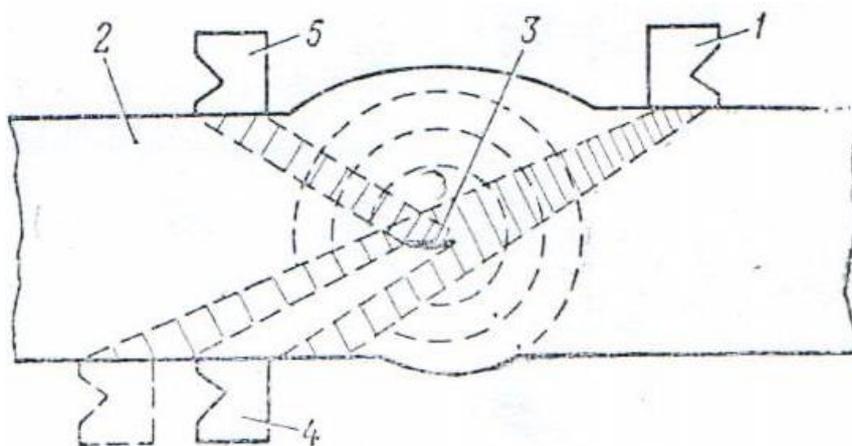


Рисунок 4.21 – Методы радиационной дефектоскопии

4.12.8 Ультразвуковые методы контроля сварных соединений

4.12.8.1 Классификация и физические основы методов

Методы ультразвукового контроля основаны на исследовании процесса распространения упругих колебаний с частотой 0,5-25 МГц в контролируемых изделиях. Согласно общей схеме ультразвукового контроля сварки (рис. 4.22) акустическое поле источника (излучателя) 1 распространяется в объеме материала контролируемого изделия 2. При наличии дефекта 3 акустическое поле изменяет свою структуру. За дефектом имеется «тень» и поверхность дефекта отражает ультразвуковые колебания.



1 – излучатель; 2 – контролируемое изделие; 3 – дефект;
4,5 - приемник акустических колебаний

Рисунок 4.22 – Схема ультразвукового контроля сварки

Регистрируя с помощью приемника 4 ослабление акустической волны или с помощью приемника 5 появление отраженной акустической волны, можно судить о наличии дефектов в сварном шве.

4.12.8.2. Классификация методов

Для анализа процесса распространения ультразвуковых колебаний в контролируемых изделиях и соединениях используют три основных метода, различающихся один от другого по признаку обнаружения дефекта: теневой, зеркально-теневой и эхо-метод.

При теневом методе признаком обнаружения дефекта служит уменьшение интенсивности (амплитуды) прошедшей через изделие ультразвуковой волны от излучающего источника к приемному.

Искатели располагают на противоположных поверхностях изделия, что позволяет применять этот метод только при наличии двустороннего доступа к изделию.

При зеркально-теневом методе дефект обнаруживают по уменьшению интенсивности (амплитуды) отраженной от

противоположной поверхности изделия ультразвуковой волны

4.12.9 Магнитные и электромагнитные методы контроля сварных соединений

4.12.9.1 Классификация и физические основы методов

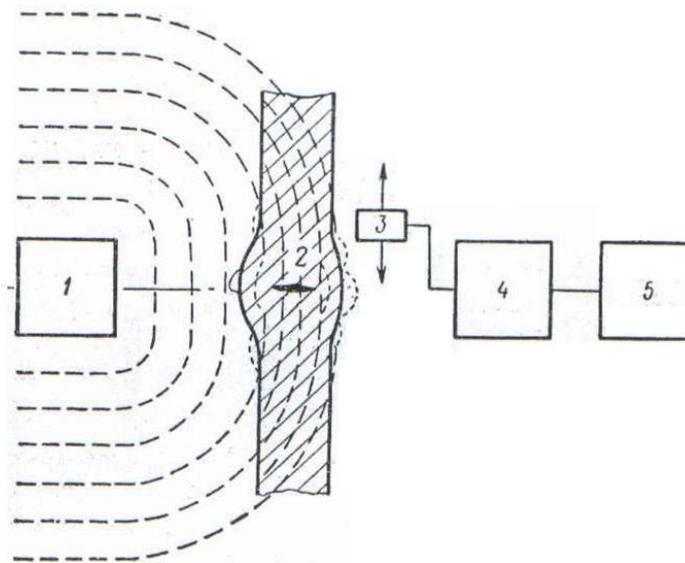
Электромагнитные методы контроля основаны на регистрации изменения взаимодействия электромагнитного поля с контролируемым и эталонным объектами контроля. Для этих целей используют широкий спектр электромагнитных явлений, начиная от постоянного электрического и магнитного поля до переменных полей с частотами порядка десятков миллионов герц. Дальнейшее увеличение частоты приведет к диапазону, характерному для методов проникающей радиации.

Для электромагнитных методов контроля используют диапазон частот, в пределах которого справедливы уравнения Максвелла, являющиеся основой макроскопической теории электромагнитного поля. Для проникающих излучений уравнения Максвелла неприменимы в связи с квантовым характером передачи энергии.

4.12.10 Принципиальная схема контроля

Из обобщенной схемы электромагнитного контроля ([рис. 4.23](#)) следует, что электромагнитное поле источника полезадающей системы 1 взаимодействует с объектом контроля 2. В результате взаимодействия в окрестности объекта контроля поле приобретает структуру, присущую только данному объекту.

Структуру поля вблизи наружной поверхности объекта можно установить с помощью регистратора – датчика 3, перемещаемого вдоль поверхности контролируемого объекта, сканирующей (считывающей) системы 4, и измерительного прибора 5.



*1 – ползадающая система; 2 – объект контроля с дефектом;
3 – датчик; 4 – сканирующая система; 5 – измерительный прибор*
*Рисунок 4.23 – Схема электромагнитного контроля с
непосредственной регистрацией изменения параметров поля*

При отклонении параметров контролируемого объекта от эталона, не имеющего недопустимых дефектов и отклонений параметров, свойств, геометрии, а также при появлении дефектов сплошности, структура поля вблизи поверхности контролируемого объекта изменяется. По измеренному изменению параметров поля контролируемого объекта относительно эталона можно судить об изменении параметров контролируемого объекта и о наличии в нем дефектов.

4.12.11 Капиллярные методы контроля сварных соединений

4.12.11.1 Классификация и физические основы методов

Задача капиллярной (пенетрационной) дефектоскопии заключается в обнаружении поверхностных дефектов при использовании средств, позволяющих изменить светоотдачу дефектных участков. Тем самым искусственно изменяют контрастность дефектного и неповрежденного мест. Методы капиллярной дефектоскопии используют, главным образом, для контроля соединений из жаропрочных неферромагнитных сплавов, а также неметаллических материалов, применяемых при изготовлении деталей энергетического, транспортного и специального машиностроения, керамических и металло-керамических деталей радиоэлектронных устройств.

Капиллярная дефектоскопия базируется в основном на следующих явлениях: капиллярном проникновении, сорбции и диффузии, световом и

цветовом контрастах. Заполнение дефектных полостей, открытых с поверхности, специальными свето- и цветоконтрастными индикаторными веществами – первый этап капиллярной дефектоскопии. Микроскопическое сечение и макроскопическая протяженность поверхностных дефектов уподобляют их капиллярным сосудам, обладающим своеобразной особенностью всасывать смачивающие их жидкости под действием капиллярных сил.

В качестве жидкостей-пенетрантов, смачивающих полости дефектов, используют растворы органических люминифоров и красителей в смесях с необходимыми добавками. Избыток окрашенных жидкостей удаляют с помощью специализированных очищающих составов различными способами. После этого при освещении детали ультрафиолетовым светом можно четко выявить поверхностный дефект по яркому свечению следов заполняющего его люминесцирующего раствора (люминесцентный метод).

Для красителей, не обладающих способностью люминесцировать, характерно избирательное отражение части видимого спектра. Освещение детали с дефектом, заполненным красителем, позволяет выявить дефект также косвенно по наличию цветной полосы в зоне дефекта (цветной метод).

Для надежного отыскания дефекта следует возможно большее количество люминофора или красителя извлечь из микрополости дефекта на поверхность.

Перечень рекомендуемой литературы

1 Неразрушающий контроль и диагностика. Справочник / Под ред. член-корр. РАН проф. В. В. Клюева. М. : Машиностроение, 1995. – 252 с.

2 **Клюев, В. В.** Визуальный и измерительный контроль / В. В. Клюев, Ф. Р. Соснин, В. Ф. Мужижский /. Под ред. В. В. Клюева. – М. : РОНКТД, 1998 – 125 с.

3 Неразрушающий контроль. В 5 кн. Кн. 2. Акустические методы контроля: Практ. пособие / И. Н. Ермолов, Н. П. Алешин, А. И. Потапов / Под ред. В. В. Сухорукова. – М. : Высш.школа, 1991. – 283 с.

4 **Белокур, И. П.** Дефектология и неразрушающий контроль /И. П. Белокур. – Киев. : Вища школа, 1990. – 207 с.

5 Контроль качества сварки / Под ред. В. Н. Волоченко. – М. : Машиностроение, 1975. – 126 с.

6 **Троицкий, В. А.** Дефекты сварных соединений и средства их обнаружения. / В. А. Троицкий, В. П. Радько, В. Г. Демидко / Киев : Вища школа, 1983. – 144 с.

7 **Недосека, А. Я.** Основы расчета и диагностики сварных конструкций / Под ред. Б. Е. Патона. – К. : Индпром, 2001. – 815 с.

8 Шелихов, Г. С. Магнитопорошковая дефектоскопия деталей и узлов /Г. С. Шелихов. – М. : НТЦ «Эксперт», 1995. – 224 с.

9 ООО ВидеоТест, info@videotest.ru

10 Дорофеев, А. Л. Электромагнитная дефектоскопия / А. Л. Дорофеев, Ю. Г. Казаманов. – М. : Машиностроение, 1980. – 232 с.

11 Дубов, А. А. Метод магнитной памяти металла (ММП) и приборы контроля : учебное пособие / А. А. Дубов, Ал. Ан. Дубов, С. М. Колокольников.. М. : ЗАО "ТИССО", 2003. – 320 с.

12 Report on the actual situation of INSTITUTE DR. FORSTER. Information for customer and friends of INSTITUTE DR. FORSTER, N 12/Dec, 1993.

13 <http://www.ndt-ua.com/>.

14. <http://prometeyndt.ru/>.

Нормативные документы по контролю качества приводим в приложении М. Пример выбора и обоснования методов контроля качества приведен в приложении К.

4.13 Охрана труда

Выполнение раздела «Охрана труда» является завершающим этапом изучения дисциплины «Безопасность жизнедеятельности». Объем раздела и его содержание обсуждается с консультантом по разделу. В общем случае раздел должен составлять 5-7 страниц.

В разделе «Охрана труда» дипломных проектов специальности «технологии и оборудование сварки» необходимо:

- провести анализ условий труда на проектируемом объекте (предприятие, цех, участок);
- охарактеризовать возможные потенциальные опасности – сварочное оборудование, сборочные приспособления, устройства, транспортные средства и т.д.;
- охарактеризовать возможные потенциальные вредности – вещества и материалы, которые применяются на производстве, шум, вибрация, излучение и т.п.
- установить причины возможных аварий, пожаров, взрывов, несчастных случаев, профессиональных заболеваний;
- обосновать выбор мероприятий и средств по обеспечению безопасных условий труда, по профилактике травматизма, профессиональных заболеваний, аварий, пожаров, а также по повышению культуры производства, технической эстетики, научной организации работы, эргономики.

При выполнении раздела необходимо строго придерживаться требований нормативно-правовых актов по вопросам охраны труда.

Список использованной литературы приводится в общем списке в зависимости от построения записки в целом. При защите дипломного проекта необходимо осветить основные, принципиальные вопросы по охране труда, разработанные в проекте, а именно: обоснование выбора мероприятий по обеспечению безопасных и комфортных условий труда.

Перечень рекомендуемой литературы

1 **Писаренко, Б.П.** Вентиляция рабочих мест в сварочном производстве / Б. П. Писаренко, М. П. Рогинский. – М. : Машиностроение, 1981. – 120 с.

2 Безопасность производственных процессов. Справочник / Под ред. С. В. Белова. – М. : Машиностроение, 1985. – 448 с.

3 **Кабевник, В.Ф.** Охрана труда / В. Ф. Кабевник. – К. : Вища школа, 1990. – 286 с.

4 **Чижиков, Г.И.** Краткий курс лекций по дисциплине «Охрана труда в отрасли» для студентов специальности «Сварочное производство» / Г.И.Чижиков, А.Г.Гринь, Ю.В. Менафова. – Краматорск : ДГМА, 2006. – 156с.

5 **Левченко, О.Г.** Гігієна праці та виробнича санітарія у зварювальному виробництві: Навчальний посібник для студентів зварювальних спеціальностей / О.Г. Левченко. – К. : Основа, 2004. – 98 с.

6. **Левченко, О.Г.** Охорона праці у зварювальному виробництві: Навчальний посібник для студентів зварювальних спеціальностей / О.Г.Левченко. – К. : Основа, 2010. – 240 с.

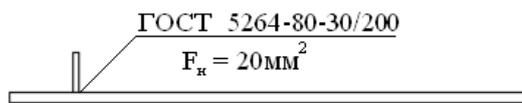
7. **Брауде, М.З.** Охрана труда при сварке в машиностроении / М.З.Брауде, Е.И.Воронцова, С.Я.Ландро. – М. : Машиностроение, 1978. – 144 с.

8. Охрана труда : рекомендации по выполнению раздела в дипломном проекте бакалавра для студентов технических специальностей сост.: Л. В. Дементий, А. Д. Юсина. – Краматорск : ДГМА, 2012. – 176 с.

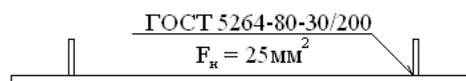
ПРИЛОЖЕНИЕ А

ПРИМЕР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СБОРКИ И СВАРКИ МЕТОДОМ НАРАЩИВАНИЯ

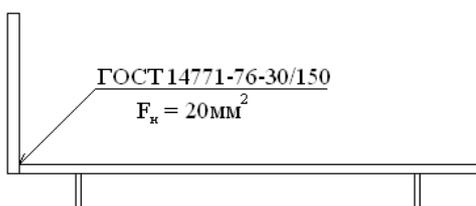
1



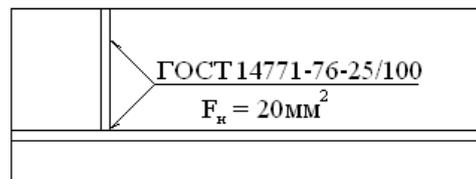
2



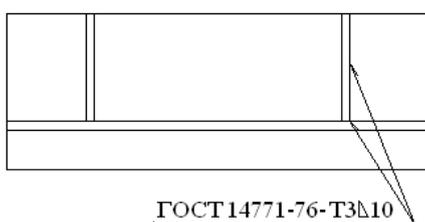
3



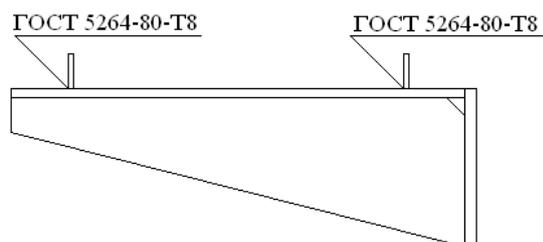
4



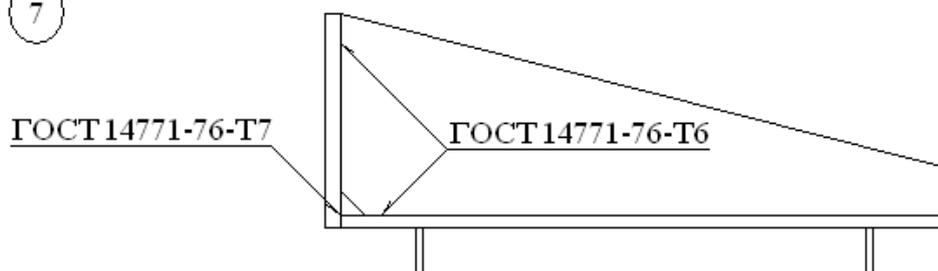
5



6

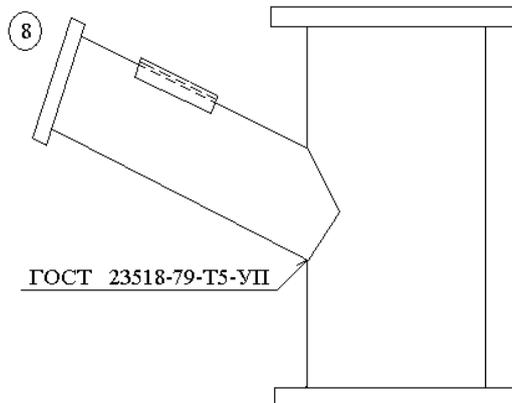
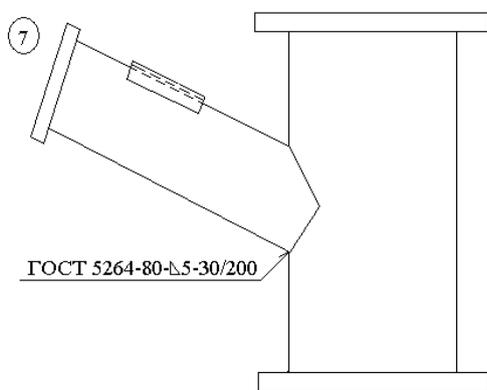
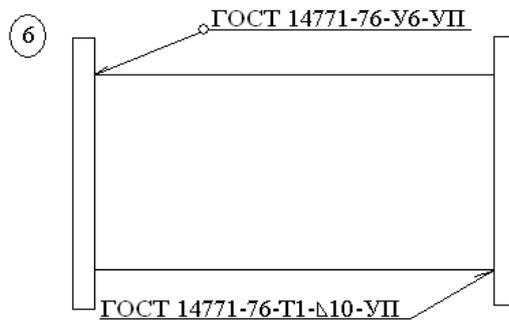
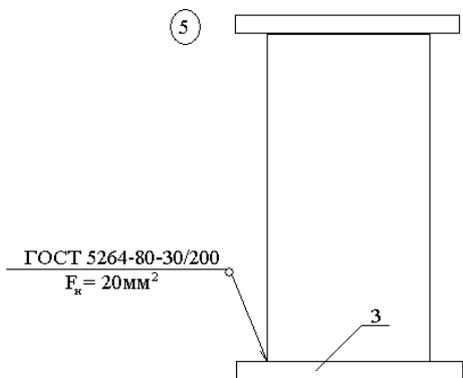
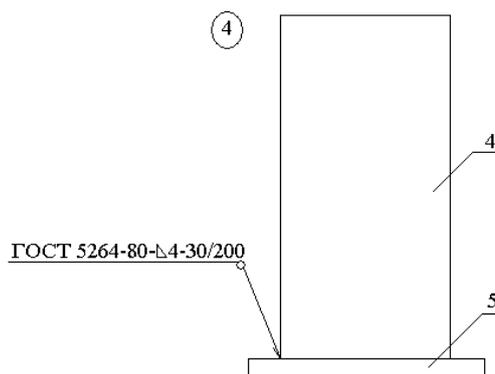
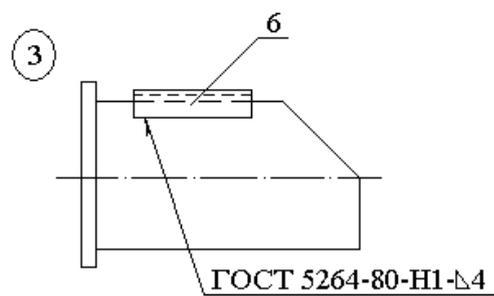
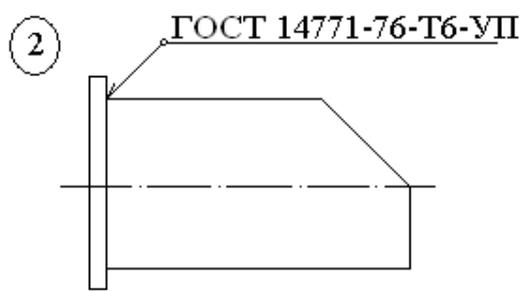
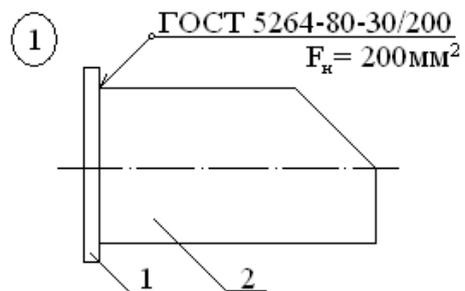


7



ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ПРИМЕР ПОУЗЛОВОЙ СБОРКИ И СВАРКИ



ПРИЛОЖЕНИЕ В

Приспособление предназначено для сборки – сварки опоры с фиксацией ее деталей, с точностью предусмотренной техническими условиями и сборочным чертежом, и их зажима с усилием, достаточным для удержания деталей и изделия в целом в заданном положении. Предполагается эксплуатация приспособления в условиях ЦМК машиностроительных заводов.

4.11.1.2. Исходные данные для проектирования приспособления

- а) наименование изделия: «опора»;
- б) обозначение: **СП01.ДП01.000.00.СБ (Приложение В)**;
- в) состав сборочной единицы:
 - 1 – стенка СП01.ДП01.000.01 – 1 шт.;
 - 2 – ребро СП01.ДП01.000.02 – 2 шт.;
 - 3 – основание СП01.ДП01.000.03 – 1шт.;
 - 4 – полка СП01.ДП01.000.04 – 1шт.;
 - 5 – ребро СП01.ДП01.000.05 – 2шт.
- г) масса сборочной единицы, кг – 67;
- д) габариты сборочной единицы, мм – 500x250x290;
- е) краткий технологический процесс (табл. 4.5, 4.6).

Таблица 4.11.1 - Технологический процесс сборки – сварки узла «опора»

Номер перехода	Содержание перехода (с указанием последовательности, способа установки и закрепления)
1	Установить основание поз. 3 (СП01.ДП01.000.03) на неподвижные опоры по постоянным упорам и зафиксировать прижимами.
2	Установить стенку поз.1 (СП01.ДП01.000.01) на основание поз. 3 (СП01.ДП01.000.03) по откидным упорам и зафиксировать прижимами.
3	Произвести прихватку стенки поз.1 (СП01.ДП01.000.01) к основанию поз. 3 (СП01.ДП01.000.03) механизированной сваркой по ГОСТ 14771-76.

Продолжение таблицы 4.11.1

1	2
4	Установить ребро поз.5 (СП01.ДП01.000.05) на основание поз. 3 (СП01.ДП01.000.03) в упор к стенке поз.1 (СП01.ДП01.000.01) по откидным упорам и зафиксировать прижимами.
5	Установить второе ребро поз.5 (СП01.ДП01.000.05) на основание поз. 3 (СП01.ДП01.000.03) в упор к стенке поз.1

	(СП01.ДП01.000.01) по откидным упорам и зафиксировать прижимами.
6	Произвести прихватку ребер поз.5 (СП01.ДП01.000.05) к основанию поз. 3 (СП01.ДП01.000.03) и к стенке поз.1 (СП01.ДП01.000.01) механизированной сваркой по ГОСТ 14771-76.
7	Установить ребро поз.2 (СП01.ДП01.000.02) на основание поз. 3 (СП01.ДП01.000.03) в упор к ребру поз.5 (СП01.ДП01.000.05) по откидным упорам и зафиксировать прижимами.
8	Установить второе ребро поз.2 (СП01.ДП01.000.02) на основание поз. 3 (СП01.ДП01.000.03) в упор к ребру поз.5 (СП01.ДП01.000.05) по откидным упорам и зафиксировать прижимами.
9	Произвести прихватку ребер поз.2 (СП01.ДП01.000.02) к основанию поз. 3 (СП01.ДП01.000.03) и к ребру поз.5 (СП01.ДП01.000.05) механизированной сваркой по ГОСТ 14771-76.
10	Установить полку поз. 4 (СП01.ДП01.000.04) на ранее установленные и прихваченные детали – ребра поз.5 (СП01.ДП01.000.05), стенку поз.1 (СП01.ДП01.000.01), ребра поз.2 (СП01.ДП01.000.02) по откидным упорам и зафиксировать прижимами.
11	Произвести прихватку полки поз. 4 (СП01.ДП01.000.04) к ребрам поз.5 (СП01.ДП01.000.05), стенке поз.1 (СП01.ДП01.000.01), ребрам поз.2 (СП01.ДП01.000.02) механизированной сваркой по ГОСТ 14771-76.
12	Раскрепить собранное изделие от действия прижимов и откидных упоров.
13	Снять собранный узел и передать на место сварки.

ж) переходы 1, 2, 3 техпроцесса выполняются с применением приспособления СП01.ДП04.000.00ВО(1) (приложение Е);

з) переходы 4, 5, 6, 7, 8, 9 техпроцесса выполняются с применением приспособления СП01.ДП04.000.00ВО(2);

и) схема расположения фиксаторов и прижимов различного рода показана на втором листе графической части дипломной работы СП01.ДП02.000.00.ТЧ (приложение Г).

Первую деталь основание поз. 3 (СП01.ДП01.000.03) базируем по трем неподвижным опорным точкам основания приспособления (главная плоскость), двум неподвижным упорам (направляющая плоскость) и по одному неподвижному упору (упорная плоскость), после чего

осуществляем прижим к этим точкам с заданным усилием. Такое расположение фиксаторов необходимо для обеспечения базового сборочного размера. Деталь лишена 5-ти степеней свободы.

Далее устанавливаем стенку поз.1 (СП01.ДП01.000.01) на основание поз. 3 (СП01.ДП01.000.03) по откидным упорам (направляющая плоскость) и откидному упору с торцевой стороны (упорная плоскость), после чего осуществляем прижим к этим точкам с заданным усилием. Для детали – стенки поз.1 (СП01.ДП01.000.01), опорными точками служит ранее установленная деталь - основание поз. 3 (СП01.ДП01.000.03) – 2 степени свободы, направляющая плоскость лишает деталь 2-х степеней свободы, торец детали – 1 степень свободы. Такое расположение фиксаторов необходимо для обеспечения базового сборочного размера. Затем производим прихватку стенки поз.1 (СП01.ДП01.000.01) к основанию поз. 3 (СП01.ДП01.000.03) механизированной сваркой по ГОСТ 14771-76.

Затем устанавливаем ребро поз.5 (СП01.ДП01.000.05) на основание поз. 3 (СП01.ДП01.000.03), которое для него является установочной базой – 2 степени свободы, в упор к стенке поз.1 (СП01.ДП01.000.01) служащая опорной точкой, откидному упору (направляющая плоскость - 2 степени свободы) и фиксируем усилием между ними. С торца деталь фиксируем по откидному упору и усилию, прижимающему к нему (упорная плоскость) -1 степень свободы. Зажим ребер поз.5 (СП01.ДП01.000.05) производится по наружным плоскостям, что обеспечивает их прилегание к фиксаторам.

Аналогичным образом фиксируем второе ребро поз.5 (СП01.ДП01.000.05), после чего производим прихватку ребер поз.5 (СП01.ДП01.000.05) к основанию поз.3 (СП01.ДП01.000.03) и к стенке поз.1 (СП01.ДП01.000.01) механизированной сваркой по ГОСТ 14771-76.

После этого устанавливаем ребро поз.2 (СП01.ДП01.000.02) на основание поз. 3 (СП01.ДП01.000.03) в упор к ребру поз.5 (СП01.ДП01.000.05) по откидным упорам и фиксируем усилиями. Для ребра поз.2 (СП01.ДП01.000.02) установочной базой (опорными точками) являются ранее установленные детали ребро поз.5 (СП01.ДП01.000.05) и основание поз. 3 (СП01.ДП01.000.03).

Аналогичным образом фиксируем второе ребро поз.2 (СП01.ДП01.000.02).

Зажим ребер поз.2 (СП01.ДП01.000.02) производится по наружным плоскостям, прижим ребер по скошенным граням обеспечивает прилегание их к ранее установленным деталям - ребрам поз.5 (СП01.ДП01.000.05) и основанию поз. 3 (СП01.ДП01.000.03) и всего собранного узла к неподвижным опорам на основании приспособления. Затем производим прихватку ребер поз.2 (СП01.ДП01.000.02) к основанию поз. 3 (СП01.ДП01.000.03) и к ребру поз.5 (СП01.ДП01.000.05) механизированной сваркой по ГОСТ 14771-76.

После чего устанавливаем полку поз. 4 (СП01.ДП01.000.04) на ранее установленные и прихваченные детали – ребра поз.5 (СП01.ДП01.000.05), стенку поз.1 (СП01.ДП01.000.01), ребра поз.2 (СП01.ДП01.000.02) по двум откидным упорам с одной стороны (направляющая плоскость) и откидному упору с другой стороны (упорная плоскость), после чего фиксируем ее с заданным усилием к этим упорным точкам. Для детали полки поз. 4 (СП01.ДП01.000.04), опорными точками служат ранее установленные и прихваченные детали - ребра поз.5 (СП01.ДП01.000.05), стенка поз.1 (СП01.ДП01.000.01), ребра поз.2 (СП01.ДП01.000.02). После чего производим прихватку полки поз. 4 (СП01.ДП01.000.04) к ребрам поз.5 (СП01.ДП01.000.05), стенке поз.1 (СП01.ДП01.000.01), ребрам поз.2 (СП01.ДП01.000.02) механизированной сваркой по ГОСТ 14771-76.

Узел «опора» является собранным, осуществляем раскрепление его от действия прижимов и откидных упоров и передаем на рабочее место сварки. Сварка производится в поворотном устройстве для удобства выполнения сварных швов в нижнем положении.

и) программа выпуска: 10000 шт. в год.

к) режим работы - двухсменный

4.11.1.3 Технические требования, предъявляемые к приспособлению

Проектом должны быть предусмотрены мероприятия, обеспечивающие безопасность работ.

Конструкция приспособления должна обеспечивать свободный доступ к месту работ и возможность контроля качества внешним осмотром. Привод подвижных фиксаторов и прижимов – пневматический. В качестве поворотного устройства использовать вспомогательное механическое оборудование, позволяющее осуществлять кантовку узла на 360°.

Конструкция приспособления должна отвечать ряду требований, которые необходимо учесть как при выборе отдельных элементов, так и при разработке его общей компоновки:

1. Приспособление должно обеспечить получение заданной точности. Это достигается: выбором соответствующей конструкции и точности элементов, определяющих положения детали в приспособлении и инструмента относительно приспособления; жесткостью корпуса, гарантирующей неизменность положения приспособления и отсутствие вибраций; надежностью зажимов, обеспечивающих неизменность положения детали во время сборки.

2. Приспособление должно обеспечить заданную производительность операции. Это требование обеспечивается применением механизированных зажимных механизмов и силовых приводов.

3. Приспособление должно быть экономически целесообразно. Расходы на проектирование, изготовление и эксплуатацию приспособления должны окупаться за счет снижения себестоимости выполняемой операции.

4. Приспособление должно обладать хорошей ремонтпригодностью. Это требование обеспечивается выбором соответствующей конструкции быстроизнашивающихся деталей и способом их крепления в приспособлении.

5. Приспособление должно быть удобным в эксплуатации. Это обеспечивается за счет удобства установки и снятия детали; расположения рабочих рукояток.

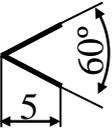
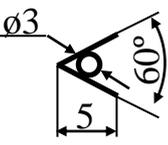
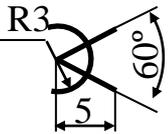
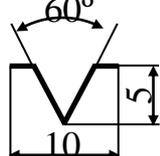
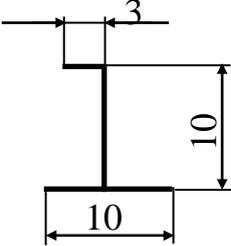
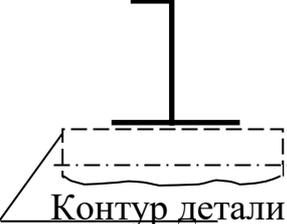
6. Приспособление должно облегчать труд рабочего. Это требование становится особенно важным тогда, когда проектируется приспособление для тяжелых работ с частой повторяемостью, приводящей к быстрому утомлению рабочего персонала.

7. Приспособление должно обеспечивать безопасность работы, что достигается применением зажимных механизмов с самотормозящимися звеньями, а также специальных блокировочных устройств, обеспечивающих фиксацию изделия при внезапном его раскреплении.

Таблица Д.1 – Условное обозначение опор и зажимов

Опора (упор) или зажим	Обозначение на чертежах		
	спереди, сзади	сверху	снизу
Опоры			
1 Неподвижная			
2 Подвижная			
3 Плавающая			
4 Регулируемая			
Зажимы			
1 Одиночный			
2 Двойной			

Продолжение таблицы Д.1

Установочное устройство	Обозначение на чертежах	
	спереди, сзади, сверху, снизу	слева, справа
1 Центр неподвижный		Без обозначений
2. Центр вращающийся		То же
3 Центр плавающий		—“—
4 Фальшвал		
5 Патрон		 Контур детали

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖА ОБЩЕГО ВИДА

Рисунок Е.1 – Приспособление для сборки. Рабочее место (1), (2)

ПРИЛОЖЕНИЕ И

Таблица И.1 – Рекомендуемые виды (методы) неразрушающего контроля сварных конструкций

Вид деятельности	Объект контроля	Цветной материал	Рекомендуемый метод контроля
Изготовление, ремонт	Основной металл	Низкоуглеродистые и низколегированные стали	ВИК, УЗК
		Высоколегированные низколегированные стали	ВИК, УЗК, МК, КК
	Сварные швы	Низкоуглеродистые и низколегированные стали	ВИК, УК, РК
		Высоколегированные низколегированные стали	ВИК, УЗК, РК, МК, КК
Техническое диагностирование	Основной металл	Все стали	ВИК, МК, УЗК, АЭ, ВК, КК
	Сварные швы	Все стали	ВИК, МК, УК, АЭ

Примечание. Методы неразрушающего контроля: ВИК - визуальный и измерительный, УЗК - ультразвуковой, РК - радиационный, МК - магнитопорошковый, КК - капиллярный, АЭ - акустико-эмиссионный, ВК - вихретоковый.

ПРИЛОЖЕНИЕ К

Таблица И.1 – Шероховатость защищенных поверхностей для контрольных операций

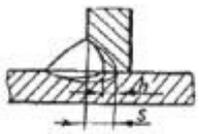
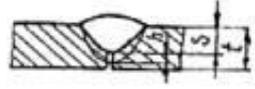
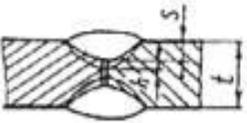
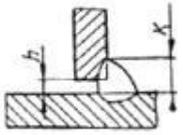
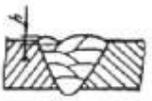
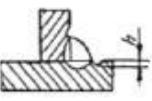
Вид контроля	Степень шероховатости
Визуально-измерительный	Ra 12,5 (Rz 80)
Капиллярный	Ra 3,2 (Rz 20)
Магнитопорошковый	Ra 10,0 (Rz 63)
Ультразвуковой	Ra 6,3 (Rz 40)
Акустическая эмиссия	Ra 6,3 (Rz 40) – только в местах крепления датчиков

ПРИЛОЖЕНИЕ Л
КРИТЕРИИ ДЕФЕКТОВ СВАРКИ
(согласно ГОСТ 23118-99 Конструкции стальные строительные.
Общие технические условия.)

Таблица Л.1 – Допустимые дефекты

Наименование дефектов	Характеристика дефектов по расположению, форме и размерам	Допустимые дефекты согласно уровням качества		
		высокий	средний	низкий
1	2	3	4	5
1 Трещины	Трещины всех видов, размеров и ориентации	Не допускаются		
2 Поры и пористость	Максимальная суммарная площадь пор от площади проекции шва на участке оценки Максимальный размер одиночной поры: стыковой шов угловой шов, но не более	1 % $d \leq 0,2S$ $d \leq 0,2K$ 3 мм	2 % $d \leq 0,25S$ $d \leq 0,25K$ 4 мм	4 % $d \leq 0,3S$ $d \leq 0,3K$ 5 мм
3 Скопления пор	Максимальная суммарная площадь пор от площади проекции шва на участке оценки ** Максимальный размер одиночной поры: стыковой шов угловой шов, но не более Расстояние между скоплениями	4 % $d \leq 0,2S$ $d \leq 0,2K$ 2 мм $L \geq 12t$	8 % $d \leq 0,25S$ $d \leq 0,25K$ 3 мм $L \geq 12t$	16 % $d \leq 0,3S$ $d \leq 0,3K$ 4 мм $L \geq 12t$
4 Газовые полости и свищи	Длинные дефекты	Не допускаются		
	Короткие дефекты: стыковой шов угловой шов Максимальный размер газовой полости или свища	$h \leq 0,2S$ $h \leq 0,2K$ 2 мм	$h \leq 0,25S$ $h \leq 0,25K$ 3 мм	$h \leq 0,3S$ $h \leq 0,3K$ 4 мм
5 Шлаковые включения	Длинные дефекты	Не допускаются		
	Короткие дефекты: стыковой шов угловой шов Максимальный размер включения	$h \leq 0,2S$ $h \leq 0,2S$ 2 мм	$h \leq 0,25S$ $h \leq 0,25K$ 3 мм	$h \leq 0,3S$ $h \leq 0,3K$ 4 мм
6 Включения меди, вольфрама и другого металла	Инородные металлические включения	Не допускаются		

Продолжение таблицы Л.1

1	2	3	4	5
7 Непровары и несплавления	Длинные дефекты	То же		
	Короткие непровары: стыковой шов угловой шов Расстояние между дефектами	Не допускаются	$h \leq 0,1S$ $h \leq 0,1K$ Макс. 2 мм $L \geq 12t$	
	Неспавления	Не допускаются		
8 Непровар (неполное проплавление)		Не допускаются	Длинные дефекты не допускаются	
			Короткие дефекты:	
			$h \leq 0,1S$ Макс. 1,5 мм	$h \leq 0,2S$ Макс. 2 мм
9 Неудовлетворительный зазор в тавровом соединении	Чрезмерный или недостаточный зазор между деталями  Превышение зазора в некоторых случаях может быть компенсировано увеличением катета шва	$h < 0,5$ мм $+0,1K$ Макс. 2 мм	$h \leq 0,5$ мм + $0,15K$ Макс. 3 мм	$h \leq 1$ мм $+0,2K$ Макс. 4 мм
10 Подрезы	Переход от шва к основному металлу должен быть плавный. Очертания подрезов должны быть плавные	$h \leq 0,5$ мм	$h \leq 1,0$ мм	$h \leq 1,5$ мм
				
				
				

Продолжение таблицы Л.1

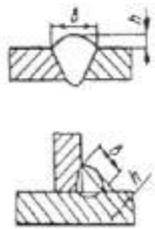
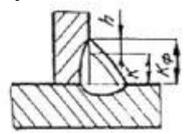
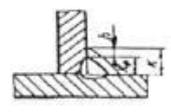
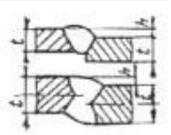
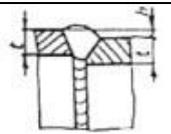
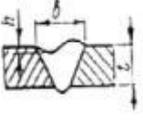
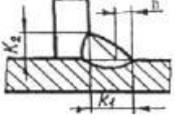
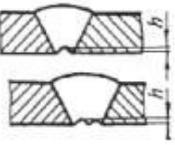
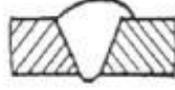
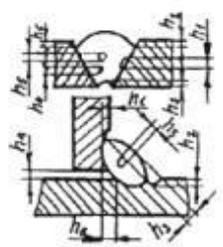
1	2	3	4	5
11 Превыше ние выпуклос ти стыковог о шва: углового шва	<p>Переход от шва к основному металлу должен быть плавным</p> 	$h \leq 1 \text{ мм}$ $+0,1b$ Макс. 5 мм	$h \leq 1 \text{ мм}$ $+0,15b$ Макс. 7 мм	$h \leq 1 \text{ мм}$ $+0,25b$ Макс. 10 мм Макс. 5 мм
12 Превыше ние катета шва	<p>Превышение катета для большинства угловых швов не является причиной брака</p>  <p>$h = K_{\phi} - K$</p>	$h \leq 1 \text{ мм}$ $+0,1K$ Макс. 2 мм	$h \leq 1 \text{ мм}$ $+0,15K$ Макс. 3 мм	$h \leq 1 \text{ мм}$ $+0,2K$ Макс. 5 мм
13 Уменьше ние катета углового шва	 <p>$h = K - K_{\phi}$</p>	Не допуск ается	Длинные дефекты не допускаются Короткие дефекты: $h \leq 0,3 \text{ мм} + 0,1K$ Макс. 1 мм Макс. 2 мм	
14 Превыше ние выпуклос ти корня шва	Чрезмерное проплавления корня шва	$h \leq 1 \text{ мм}$ $+0,3b$ Макс. 3 мм	$h \leq 1 \text{ мм}$ $+0,6b$ Макс. 4 мм	$h \leq 1 \text{ мм}$ $+1,2b$ Макс. 5 мм
15 Линейное смещение кромки	 <p>Рисунок А</p>	Рисунок А - Листи и продольные швы		
		$h \leq 0,1t$ Макс. 3 мм	$h \leq 0,15t$ Макс. 4 мм	$h \leq 0,25t$ Макс. 5 мм
		Рисунок Б - Кольцевые швы		
		$h \leq 0,2t$ Макс. 2 мм	$h \leq 0,3t$ Макс. 3 мм	$h \leq 0,5t$ Макс. 4 мм

	Рисунок Б			
<i>Продолжение таблицы Л.1</i>				
1	2	3	4	5
16 Неполное заполнение разделки краюк (вогнутость шва)	Переход от шва к основному металлу должен быть плавным 	Длинные дефекты не допускаются		
		Короткие дефекты:		
		$h \leq 0,05t$ Макс. 0,5 мм	$h \leq 0,1t$ Макс. 1 мм	$h \leq 0,2t$ Макс. 2 мм
17 Ассиметрия углового шва	Разнокатетность углового шва, если она не предусмотрена документацией  $h = K_1 - K_2$	$h \leq 1,5$ мм $+0,1K$	$h \leq 2$ мм $+0,1K$	$h \leq 2$ мм $+0,15K$
18 Вогнутость корня шва, утяжка	Переход от шва к металлу должен быть плавным 	$h \leq 0,5$ мм	$h \leq 1$ мм	$h \leq 1,5$ мм
19 Наплывы		Не допускаются		
20 Плохое возобновление горения дуги	Местная неровность поверхности шва в месте повторного зажигания дуги	Не допускается	Допускается	
21 Ожог или оплавление основного металла	Местные повреждения вследствие зажигания дуги вне шва	Без исправления не допускается		
Брызги расплавленного металла	Прилипшие брызги к поверхности металла			

Задиры поверхности металла	Повреждения поверхности, вызванные удалением временных приспособлений			
<i>Продолжение таблицы Л.1</i>				
1	2	3	4	5
Знаки шлифовки и резки	Местные повреждения вследствие шлифовки и резки			
Утонение металла	Уменьшение толщины металла вследствие шлифовки			
22 Совокупность дефектов по сечению шва	Максимальная суммарная высота коротких дефектов $\sum h$: $h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 \leq \sum h$	Для $S \leq 10$ мм, $K \leq 8$ мм		
		0,15S	0,2S	0,25S
		0,15K	0,2K	0,2K
		Для $S \leq 10$ мм, $K \leq 8$ мм		
		0,20S	0,20S	0,20S
		0,2K	Макс. 0,2K	0,2K
		Макс 10 мм	Макс. 10 мм	Макс 10 мм

* Площадь проекции шва на плоскость, параллельную поверхности соединения, равна произведению ширины на длину шва на оценочном дефектном участке.

** Суммарная площадь скопления пор вычисляется в процентах от большей из двух площадей: поверхности, окружающей все поры, или круга с диаметром, равным ширине шва.

Примечания:

1 Длинные дефекты - один или несколько дефектов суммарной длиной более 25 мм на каждые 100 мм шва или минимум 25% длины шва менее 100 мм.

2 Короткие дефекты - один или несколько дефектов суммарной длиной не более 25 мм на каждые 100 мм шва или максимум 25% длины шва менее 100 мм.

3 Условные обозначения:

S - номинальная толщина стыковочного шва, мм;

K - номинальная величина катета углового шва, мм;

v - фактическая толщина стыковочного шва, мм;

K_ф - фактическая величина катета углового шва, мм;

t - толщина металла, мм;

d - диаметр поры, мм;

h - размер (высота или ширина) дефекта, мм;

L - расстояние между дефектами или дефектными участками, мм.

ПРИЛОЖЕНИЕ М НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

1 ДСТУ ISO 17637-2003 Неруйнівний контроль зварних швів. Візуальний контроль з'єднань, виконаних зварюванням плавленням.

2 ДСТУ EN 13018-2005 Неруйнівний контроль. Контроль візуальний. Загальні вимоги.

3 ДСТУ EN 583-1-2001 Неруйнівний контроль. Ультразвуковий контроль. Частина 1. Загальні вимоги.

4 ДСТУ EN 1712-2005 Неруйнівний контроль зварних з'єднань. Контроль ультразвуковий зварних з'єднань. Рівні приймання. Характеристика індикацій дефектів зварних швів.

5 ДСТУ EN 1713-2005 Неруйнівний контроль зварних з'єднань. Контроль ультразвуковий зварних з'єднань. Характеристика індикацій дефектів зварних швів.

6 СНиП III-42-80 Сборка, сварка и контроль качества сварных соединений трубопроводов.

7 ГОСТ 23055-78 Дефекты соединений при сварке металлов плавлением.

8 ГОСТ 23118-99 Межгосударственный стандарт. Конструкции стальные строительные. Общие технические условия.

9 ГОСТ 3242-79 Соединения сварные. Методы контроля качества.

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

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

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

13 ГОСТ 11534-75 Ручная дуговая сварка под флюсом. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

14 ГОСТ 14098-97 Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Типы, конструкция и размеры.

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

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

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

- 18 ГОСТ 15164-78 Электрошлаковая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.
- 19 ГОСТ 15878-79 Контактная сварка. Соединения сварные. Конструктивные элементы и размеры.
- 20 ГОСТ 16037-80 Соединения сварные стальных трубопроводов. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.
- 21 ГОСТ 16098-80 Соединения сварные из двухслойной коррозионностойкой стали. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.
- 22 ГОСТ Р 50599-93 Сосуды и аппараты высокого давления. Контроль неразрушающий при изготовлении и эксплуатации.
- 23 ГОСТ Р 52005-2003. Контроль неразрушающий. Метод магнитной памяти металла. Общие требования.
- 24 ГОСТ Р 52330-2005. Контроль неразрушающий. Контроль напряженно-деформированного состояния объектов промышленности и транспорта. Общие требования.
- 25 ГОСТ 18442-80 Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования.
- 26 ГОСТ 26182-84 Контроль неразрушающий. Люминесцентный метод течеискания.
- 27 EN ISO 3452-2 Неразрушающий контроль. Капиллярный контроль. Часть 2: Испытание проникающих жидкостей.
- 28 EN ISO 3452-3 Неразрушающий контроль. Капиллярный контроль. Часть 3: Эталонные испытательные образцы.
- 29 ГОСТ 18353-79 Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов.
- 30 ГОСТ 21104-75 Контроль неразрушающий. Магнитоферрозондовый метод.
- 31 ГОСТ 21105-87 Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод.
- 32 ГОСТ 23483-79 Контроль неразрушающий. Методы теплового вида. Общие требования.
- 33 ГОСТ 23479-79 Контроль неразрушающий. Методы оптического вида. Общие требования.
- 34 ГОСТ 20426-82 Контроль неразрушающий. Методы радиационные. Общие требования.
- 35 ГОСТ 20415-82 Контроль неразрушающий. Методы акустические. Общие требования.
- 36 ГОСТ 28517-90 Контроль неразрушающий. Масс-спектрометрический метод течеискания.
- 37 ГОСТ 24289-80 Контроль неразрушающий. Вихретоковый. Термины и определения.
- 38 ГОСТ 27655-88 Акустическая эмиссия. Термины, определения и обозначения.

39 ГОСТ 12.3.022-80 ССБТ. Дефектоскопия радиоизотопная. Требования безопасности.

40 ГОСТ 24732-81 Контроль неразрушающий. Дефектоскопы магнитные и вихретоковые. Общие технические требования.

41 ГОСТ 26364-90 Ферритометры для сталей аустенитного класса. Общие технические условия.

42 ГОСТ 23764-79 Гамма-дефектоскопы. Общие технические условия.

43 ГОСТ 25225-82 Контроль неразрушающий. Швы сварных соединений трубопроводов. Магнитографический метод.

44 ГОСТ 7512-82 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод.

45 РД 03-421-01 Методические указания по проведению диагностирования технического состояния и определению остаточного срока службы сосудов и аппаратов.

46 ОСТ 26-07-755-86. Арматура трубопроводная. Сварка и контроль качества. Сварные соединения. Технические требования.

48 НПАОП 0.00-1.01-07 Правила будови та безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів.

49 НПАОП 0.00-1.07-94 Правила будови та безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском.

50 СНиП 111-18-75 Металлические конструкции.

51 РД 34.10.130-96 Инструкция по визуальному и измерительному контролю сварных соединений.

52 ГСТУ 3-17-191-2000 Посудини та апарати сталеві зварні. Загальні технічні умови.

53 СОУ МПП 53-020-158-2006 Вантажопідіймальні крани. Підіймальні пристрої і відповідне обладнання. Виготовлення. Загальні технічні вимоги.

ПРИЛОЖЕНИЕ Н

ПРИМЕР ВЫБОРА И ОБОСНОВАНИЯ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ

Необходимо назначить способ контроля сварных соединений для сварной конструкции кожуху рекуператору доменной печи (рис.Н.1).

Кожух сваривают из малоуглеродистой низколегированной стали классов С52/40 марки 15ХСНД ГОСТ 5058-80.

Учитывая то, что рекуператор – это нагреватель воздуха для доменной печи и работает в достаточно интенсивном режиме, необходимо позаботиться о том, чтобы контроль качества выполнялся на всех стадиях изготовления конструкции.

1 Основные материалы для сварки. Обязательный входной контроль основного материала на отсутствие расслоения, оксидных и сульфидных прослоек. Контроль выполняется ультразвуковым методом.

2 Основные материалы для сварки. Обязательный входной контроль сварочных материалов на соответствие требованиям нормативных документов, ТУ, технологии сварки и др. Обязательный входной контроль сварочных материалов перед выполнением сварки (прокалка сварочных материалов, проведения испытательных работ этими сварочными материалами с определением на образцах механических качеств сварного соединения).

3 Подготовка кромок деталей для сварки. Обязательный визуально-измерительный контроль. Проверяются размеры подготовленных кромок, шероховатость поверхности, размеры детали в целом, а также отсутствие сверхнормативных деформаций.

4 Проверка заданного технологического процесса сборки-сварки. Обязательный визуально-измерительный контроль.

5 Заварка корня сварного шва. Обязательный визуально-измерительный контроль. Ультразвуковой контроль шва.

6 Заварка шва. Обязательный визуально-измерительный контроль при расчете параметров обратно-ступенчатого способа сварки. Контроль технологии проковки сварных валиков.

7 Контроль после проведения сварки.

7.1 Обязательный визуально-измерительный контроль 100% сварных швов.

При внешнем осмотре сварные швы должны удовлетворять следующим требованиям:

- иметь гладкую, или мелкочешуйчатую поверхность (без наплывов, сужений и перерывов) и плавный переход к основному металлу;
- наплавленный металл должен быть плотным по всей длине шва, не иметь трещин, свищей, скоплений и цепочек поверхностных пор (отдельно расположенные поры допускаются диаметром не больше 1-1,5 мм);

- подрезы основного металла допускаются не больше 0,5 мм при толщине металла до 10 мм, и не больше 1 мм при толщине больше 10 мм;
- все кратеры должны быть заварены.

Особенное внимание следует обратить на состояние сварных соединений в зонах концентрации напряжения (местах приваривания горловины люка и штуцеров к обечайке и днищам, особенно в зонах входных и выходных штуцеров, на участках пересечения швов, в зонах соединения обечайки с днищами, местах приваривания опорных узлов и др.).

7.2 Опора станины работает на открытой площадке, поэтому в холодное время года подвергается действию низких температур, в результате чего температура стенки может стать ниже, чем минимальная допустимая температура эксплуатации; это может привести к снижению пластичных свойств металла и опасности возникновения и развития хрупких трещин. Это относится в первую очередь к углеродистым и некоторым низколегированным сталям, из которых изготовлено значительное количество опор, которые работают на открытом воздухе. Для таких объектов, режим нагружения которых, является непрерывным, контролю методами ультразвукового или радиационного в объеме 100% должны быть подвергнуты тавровые швы опоры и места пересечения всех швов; сварные швы приварки патрубков и горловины люков контролируются в объеме 100%, при этом для контроля швов патрубков диаметром до 100 мм используются цветной, магнитопорошковый или вихротоковый методы (как самостоятельно, так и в сочетании друг с другом). В нашем случае применяется капиллярный цветной контроль.

Наиболее целесообразно при применении ультразвукового контроля швов использовать – дефектоскоп типа УД4-Т, который позволяет не только выполнять обычный УЗК, но и дает возможность выполнить томографию объекта контроля.

По результатам ультразвукового контроля сварных соединений и наплавов не допускаются следующие дефекты:

Эквивалентная площадь дефекта, мм²

Наименьшая фиксируемая $S_0 = 3,0$; Недопустимая S_1 , больше 3,0.

Недопустимые отдельные дефекты на протяжности шва длиной 50,0 мм

Результаты контроля надо оформить протоколами проверки по форме установленного образца. Подписывает протоколы контроля специалист, который имеет удостоверение и сертификат установленного образца.

Навчальне видання

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**по выполнению дипломного проекта
бакалавра**

*направление подготовки – 6.050504 «Сварка»
специальность – технологии и оборудование сварки*

(Російською мовою)

Укладачі

Макаренко Наталія Олексіївна.
Гринь Олександр Григорович.
Кошевий Анатолій Дмитрович
Цветков Олександр Іванович
Богущий Олександр Андрійович
Пліс Сергій Григорович
Бондарев Сергій Володимирович

Редактор

Комп'ютерна верстка

50/2008 Підп. до друку Формат 60x84/16
Папір офсетний. Ум. друк.арк . Обл.-вид.арк. .
Тираж прим. Зам.№

Видавець і виготівник

«Донбаська державна машинобудівна академія»
84313, м. Краматорськ, вул. Шкадінова, 72
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру
серія ДК №1633 від 24.12.2003 р.