



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
В Г. ТАГАНРОГЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ
ПИ (филиал) ДГТУ в г. Таганроге**

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

по выполнению курсового проекта

МДК 02.02 Основы расчета и проектирования сварных конструкций

Специальность: 22.02.06 Сварочное производство

Таганрог

2018 г.

Лист согласования

Методические рекомендации по выполнению курсового проекта разработаны на основе
Федерального государственного образовательного стандарта (далее – ФГОС) по специальности
среднего профессионального образования (далее - СПО), 22.02.06 Сварочное производство
код наименование специальности

Разработчик(и):

Преподаватель

«28 08» 2018 г.



С.И. Иванов

Методические рекомендации по выполнению курсового проекта рассмотрены и одобрены на
заседании цикловой методической комиссии «Сварочное производство»

Протокол № 1 от «28» 08 2018 г.

Председатель цикловой методической комиссии
«28 08» 2018 г.



С.И. Иванов

Рецензенты:

ООО «Теплосервис»

начальник бюро сварки Д.С.Печерский

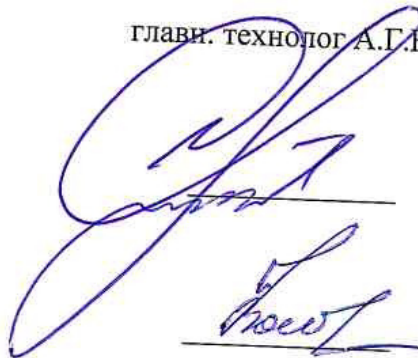
АО «Красный Гидропресс»

главн. технолог А.Г.Венченко

Согласовано:

Зам. директора по УМР

«28 08» 2018 г.



Д.И.Стратан

Заведующий УМО

«28 08» 2018 г.



Т.В. Воловская

ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ
РЕДАКЦИЯ _____

ВВЕДЕНИЕ

Уважаемый студент!

Курсовой проект по МДК 02.02 Основы расчета и проектирования сварных конструкций является одним из основных видов учебных занятий и формой контроля Вашей учебной работы.

Курсовой проект – это творческая деятельность студента по изучаемому профессиональному модулю практического характера.

Выполнение курсового проекта направлено на приобретение Вами практического опыта по систематизации полученных знаний и практических умений, формированию профессиональных (ПК) и общих компетенций (ОК).

Выполнение курсового проекта осуществляется под руководством преподавателя МДК 02.02 Основы расчета и проектирования сварных конструкций. Результатом данной работы должен стать курсовой проект, выполненный и оформленный в соответствии с установленными требованиями. Курсовой проект подлежит обязательной защите.

Настоящие методические рекомендации (МР) определяют цели и задачи, порядок выполнения, содержат требования к лингвистическому и техническому оформлению курсового проекта и практические советы по подготовке и прохождению процедуры защиты.

Подробное изучение рекомендаций и следование им позволит Вам избежать ошибок, сократит время и поможет качественно выполнить курсовой проект.

Обращаем Ваше внимание, что если Вы получите неудовлетворительную оценку по курсовому проекту, то не будете допущены к квалификационному экзамену по профессиональному модулю.

Вместе с тем, внимательное изучение рекомендаций, следование им и своевременное консультирование у Вашего руководителя поможет Вам без проблем подготовить, защитить курсовой проект и получить положительную оценку.

Консультации по выполнению курсового проекта проводятся как в рамках учебных часов в ходе изучения МДК 02.02 Основы расчета и проектирования сварных конструкций, так и по индивидуальному графику.

Разработка технологических процессов изготовления сварочных конструкций является одним из наиболее ответственных этапов технологической подготовки производства. Технологический процесс должен обеспечивать высокую производительность труда и требуемое качество изделий при минимальных затратах материальных средств на их изготовление.

Задачей данного методического пособия является помощь студентам машиностроительных специальностей в работе над курсовым проектом МДК 02.02 Основы

расчета и проектирования сварных конструкций. В пособии излагаются основные требования к тематике, организации и содержанию курсового проекта, приводятся подробные методические указания к выполнению отдельных разделов проекта. Содержащиеся в пособии сведения позволяют оценить технологичность конструкций, определить тип производства, проектировать технологические процессы. Методические положения изложены с учетом требований стандартов ЕСТД, ЕСКД и ЕСТПП.

Желаем Вам успехов!

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Выполнение курсового проекта рассматривается как вид учебной работы по профессиональному модулю профессионального цикла и реализуется в пределах времени, отведенного на его изучение.

1.1 Цель курсового проектирования

Выполнение студентом курсового проекта по МДК 02.02 Основы расчета и проектирования сварных конструкций

Специальность: 22.02.06 Сварочное производство проводится с целью:

1. Формирования умений:

- ☐ систематизировать полученные знания и практические умения по ПМ;
- ☐ проектировать производственные процессы или их элементы;
- ☐ осуществлять поиск, обобщать, анализировать необходимую информацию;
- ☐ разрабатывать мероприятия для решения поставленных в курсовом проекте задач.

2. Формирования профессиональных компетенций:

Таблица 1

Название ПК	Основные показатели оценки результата (ПК)
<i>МДК 02.02 Основы расчета и проектирования сварных конструкций</i> <i>Специальность: 22.02.06 Сварочное производство</i>	
ПК 2.1	Умение выполнять проектирование технологических процессов производства сварных соединений с заданными свойствами

ПК 2.2	Умение выполнять расчеты и конструирование сварных соединений и конструкций.
ПК 2.3	Умение осуществлять технико-экономическое обоснование выбранного технологического процесса.
ПК 2.4	Умение оформлять конструкторскую, технологическую и техническую документацию.
ПК 2.5	Умение осуществлять разработку и оформление графических, вычислительных и проектных работ.

3. Формирования общих компетенций по специальности:

Таблица 2

Название ОК	Основные показатели оценки результата (ОК)
МДК 02.02 Основы расчета и проектирования сварных конструкций Специальность: 22.02.06 Сварочное производство	
ОК 2	Умение организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.
ОК 3	Умение принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.
ОК 4	Умение осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.
ОК 5	Умение использовать информационно - коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.
ОК 8	Умение самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

1.2 Задачи курсового проектирования

Задачи курсового проектирования:

- ☐ Поиск, обобщение, анализ необходимой информации.
- ☐ Анализ служебного назначения узлов и конструкций, рабочих чертежей, технических требований к разработке технологического чертежа.
- ☐ Оценка технологичности конструкций и сборочных единиц.
- ☐ Выбор технологических баз, схем базирования узлов и установки.
- ☐ Формирование структуры технологического процесса, разработка маршрута обработки, построение операций, составление технологической документации.

- ☐ Выполнение расчётов режимов сварки, техническое нормирование технологических операций и технико-экономический анализ вариантов операций.
- ☐ Выбор приспособлений, оборудования и средств контроля, необходимых для реализации перспективного технологического процесса.
- ☐ Совершенствование умений пользоваться технической литературой, справочными материалами, ГОСТами ЕСКД и ЕСТП.
- ☐ Разработка материалов в соответствии с заданием на курсовое проектирование.
- ☐ Оформление курсового проекта в соответствии с заданными требованиями.
- ☐ Выполнение графической части курсового проекта.
- ☐ Подготовка и защита курсового проекта.

Курсовой проект профессионального модуля *ПМ. 02 Основы расчета и проектирования сварных конструкций* является основополагающим документом в подготовке студента к выполнению выпускной квалификационной работы.

2 СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЁМ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Проект в законченном виде включает в себя:

- ☐ пояснительную записку;
- ☐ карты технологического процесса сборки и сварки заданной сварной конструкции;
- ☐ маршрутные карты (пооперационные);
- ☐ графическую часть.

2.1 Указания по оформлению пояснительной записки

Пояснительная записка объемом не менее 20-30 страниц выполняется на листах писчей бумаги формата А4 (210х297мм) и должна удовлетворять требованиям ЕСКД ГОСТ 2.105 «Общие требования к текстовым документам» и СТП ВТЭМ 001-98. Текстовая часть работы должна быть представлена в компьютерном варианте. Шрифт – Times New Roman, размер

шрифта – 14, полуторный интервал, выравнивание по ширине. Страницы должны иметь поля (рекомендуемые): нижнее – 2,5; верхнее – 2; левое – 3; правое – 1,5.

Все страницы работы должны быть пронумерованы, кроме титульного листа, задания на курсовое проектирование, отзыва, содержания пояснительной записки (эти листы считаются, но не нумеруются). Номер страницы ставится на середине листа нижнего поля.

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

Следует печатать записку с помощью ПЭВМ, четко и аккуратно полными словами, без сокращений, за исключением сокращений, установленных ГОСТ

2.316, с чёткими эскизами средствами компьютерной графики согласно ГОСТ 3.1105-84.

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

Листы пояснительной записки подшиваются, собираются в следующем порядке:

- ☐ титульный лист;
- ☐ задание на курсовое проектирование;
- ☐ отзыв;
- ☐ содержание пояснительной записки;
- ☐ далее листы записки в порядке, указанном в содержании;
- ☐ заключение;
- ☐ список источников и литературы;
- ☐ приложения (если требуется).

2.2 Указания по оформлению графической части курсового проекта

Графическая часть курсового проекта должна быть выполнена на четырёх листах чертежной бумаги формата A1 (594x841 мм) в полном соответствии с действующими стандартами ЕСКД:

- ☐ форматы ГОСТ 2.301;
- ☐ масштабы ГОСТ 2.302;

- ☐ шрифты чертежей ГОСТ 2.304;
- ☐ изображения, виды, разрезы, сечения ГОСТ 2.305;
- ☐ обозначение графических материалов и правила их нанесения на чертежах ГОСТ 2.306;
- ☐ нанесение размеров и предельных отклонений ГОСТ 2.307;
- ☐ обозначение шероховатости поверхностей ГОСТ 2.309;
- ☐ изображение резьбы ГОСТ 2.311;
- ☐ правила нанесения на чертежах надписей технических требований и таблиц ГОСТ 2.316;
- ☐ основные надписи ГОСТ 2.104;
- ☐ спецификация ГОСТ 2.108.

В курсовой проект входит следующий графический материал:

1. Чертеж заданной сварной конструкции (формат А1). Он должен выполняться согласно ГОСТ 2.410. Условные изображения и обозначения сварных швов в соответствии с требованиями сборочного чертежа по ГОСТ 2.312. Пример см. в Приложении 3.

Технические требования на чертеже излагаются в следующей последовательности:

- ☐ требования, предъявляемые к материалу заготовки,
- ☐ термической обработке, к качеству поверхностей, покрытию; ☐ размеры, предельные отклонения размеров, формы взаимного
- ☐ расположения поверхности и т. д.;
- ☐ условия и методы испытания;
- ☐ указания о маркировании;
- ☐ правила упаковки, транспортировки и хранения.

2. Чертеж сборочного (сборочно-сварочного) оборудования или установки для сварки (формат А1). Выполняется в соответствии с требованиями чертежа по ГОСТ 2.109 или в форме схемы (Сх). Пример см. в Приложении 4. Пункты технических требований (параметров) должны иметь сквозную нумерацию. Каждый пункт требований записывается с красной строки. Заголовок “Технические требования” не пишется, если

на чертеже нет технической характеристики установки. Для каждой составной части установки проставляются позиции (аналогично сборочному чертежу) и расшифровываются на свободном поле чертежа либо в форме таблицы.

3. Технологическая карта в форме таблицы (формат А1).

Пример см. в Приложении 5.

4. Маршрутная карта в форме таблицы (формат А1).

Пример см. в Приложении 6.

Каждая графическая работа оформляется в соответствии ГОСТ 2.301 с основными надписями, полностью заполненными по ГОСТ 2.104.

В графу «Обозначение» для всех графических работ, а если пояснительная записка оформляется по форме текстового материала технической документации, то на каждой странице заносится следующее обозначение:

150415.0XX.20XX



3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

ВВЕДЕНИЕ

Во введении следует кратко изложить следующие вопросы:

- ☐ данные о развитии и применении сварки в той отрасли промышленности, к которой относится сварная конструкция;
- ☐ предлагаемый объем использования высокопроизводительных современных методов сварки и возможность комплексной механизации и автоматизации производства по изготовлению заданной сварной конструкции;
- ☐ перспективы развития данной отрасли промышленности;
- ☐ основные цели и мероприятия, связанные с дальнейшим повышением технического уровня производства, экономией использования основных материалов, улучшением

качества продукции и влияние этих факторов на технический прогресс в той отрасли, к которой относится заданная сварная конструкция.

Введение должно подготовить читателя к восприятию основного текста работы. Оно состоит из обязательных элементов, которые необходимо правильно сформулировать. В первом предложении называется тема курсового проекта.

Актуальность исследования (почему это следует изучать?) Актуальность исследования рассматривается с позиций социальной и практической значимости. В данном пункте необходимо раскрыть суть исследуемой проблемы и показать степень ее проработанности в различных трудах (технологов, менеджеров сварочных производств, экономистов).

Актуальность темы	<i>Почему это следует изучать?</i> Раскрыть суть исследуемой проблемы и показать степень ее проработанности.
-------------------	---

Здесь же можно перечислить источники информации, используемые для исследования.

Цель исследования (какой результат будет получен?)

Цель исследования	<i>Какой результат будет получен?</i> Должна заключаться в решении исследуемой проблемы путем ее анализа и практической реализации.
-------------------	--

Цель должна заключаться в решении исследуемой проблемы путем ее анализа и практической реализации. Цель всегда направлена на объект. В результате необходимо задать себе цель – разработать усовершенствованную технологию заданного сварного изделия, а для достижения этой цели поставить задачи, которые в процессе работы над проектом должны быть решены.

Проблема исследования (что следует изучать?) Проблема исследования показывает осложнение, нерешенную задачу или факторы, мешающие её решению. Определяется 1 - 2 терминами.

Объект исследования (что будет исследоваться?). Объект предполагает работу с понятиями. В данном пункте дается определение экономическому явлению, на которое направлена исследовательская деятельность. Объектом может быть личность, среда, процесс, структура, хозяйственная деятельность предприятия (организации).

Объект исследования	<i>Что будет исследоваться?</i> Дать определение явлению, процессу или проблеме, на которое направлена исследовательская деятельность.
---------------------	---

Предмет исследования (как, через что будет идти поиск?) Здесь необходимо дать определение планируемому к исследованию конкретным свойствам объекта или способам изучения экономического явления. Предмет исследования направлен на практическую деятельность и отражается через результаты этих действий.

Предмет исследования	ис- Как и через что будет идти поиск? Дать определение планируемому к исследованию конкретным свойствам объекта или способам изучения явления или проблемы.
----------------------	---

Гипотеза исследования (что неочевидно в исследовании?).

Возможная структура гипотезы:

- ☐ утверждение значимости проблемы;
- ☐ догадка (свое мнение) «Вместе с тем...»;
- ☐ предположение «Можно...»; ☐ доказательство «Если...».

Гипотеза исследования	Что неочевидно в исследовании? Утверждение значимости проблемы, предположение, доказательство возможного варианта решения проблемы.
-----------------------	--

Задачи исследования (как идти к результату?), пути достижения цели.

Задачи соотносятся с гипотезой. Определяются они, исходя из целей работы. Формулировки задач необходимо делать как можно более тщательно, поскольку описание их решения должно составить содержание глав и параграфов работы. Как правило, формулируются 3-4 задачи.

Задачи курсового проекта	Как идти к результату? Определяются, исходя из целей курсового проекта и в развитие поставленных целей. Формулировки задач необходимо делать как можно более тщательно, поскольку описание их решения должно составить содержание глав и параграфов работы. Рекомендуется сформулировать 3 – 4 задачи.
--------------------------	---

Перечень рекомендуемых задач:

1. «На основе теоретического анализа источников и литературы разработать...» (ключевые понятия, основные концепции).
2. «Определить... » (выделить основные условия, факторы, причины, влияющие на объект исследования).
3. «Раскрыть... » (выделить основные условия, факторы, причины, влияющие на предмет исследования).
4. «Разработать... » (средства, условия, формы, программы, технологический процесс, конструкцию...).
5. «Апробировать...» (что разработали) и дать рекомендации...

Методы исследования (как исследовали?): дается краткое перечисление методов исследования через запятую без обоснования.

Теоретическая и практическая значимость исследования (что нового, ценного дало исследование?).

Теоретическая значимость исследования не носит обязательного характера. Наличие сформулированных направлений реализации полученных выводов и предложений придает работе большую практическую значимость.

При написании можно использовать следующие фразы: результаты исследования позволят осуществить...; будут способствовать разработке...; позволят совершенствовать....

Структура работы – это завершающая часть введения (что в итоге в работе представлено?).

В завершающей части в назывном порядке перечисляются структурные части работы, например: «Структура работы соответствует логике исследования и включает в себя введение, три главы, восемь параграфов, заключение, список источников и литературы, приложения».

Здесь допустимо дать развернутую структуру курсового проекта и кратко изложить содержание глав. (Чаше содержание глав курсового проекта излагается в заключении).

Таким образом, введение должно подготовить к восприятию основного текста работы.

Пример введения к курсовому проекту приведен в приложении 7.

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

3.1.1 Характеристика заданной сварной конструкции

Здесь необходимо осветить:

- ☐ область применения и назначение сварной конструкции, описание её работы;
- ☐ условия работы, степень ответственности и требования к сварной конструкции;
- ☐ конструктивное оформление, основные размеры и типы применяемых сварных соединений;
- ☐ анализ технологичности конструкции. Возможность расчленения ее на отдельные узлы, подузлы, которые могут быть собраны и сварены на специальных рабочих местах с применением универсальной сборочно-сварочной оснастки и механизированных способов сварки с учетом свариваемости стали.

3.1.2 Обоснование выбора марки стали сварной конструкции

Давая обоснование выбора материалов для сварных конструкций, рассматривают следующие вопросы:

- ☐ обеспечение надежности эксплуатации конструкции при заданных нагрузках, агрессивных средах и переменных температурах;
- ☐ область применения выбранной марки стали;
- ☐ обосновав выбор марки стали, необходимо указать химический состав и механические, технологические и физические свойства стали.

Пример обоснования заданной стали 12Х18Н10Т приведен табл. 3, 5 и 6.

Таблица 3

Химический состав, в % материала 12Х18Н10Т								
C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	-
до 0.12	до 0.8	до 2	9 - 11	до 0.02	до 0.035	17 - 19	до 0.3	(5 C – 0,8) Ti, остальное Fe

Таблица 4

Технологические свойства материала 12Х18Н10Т

Свариваемость:	без ограничений.
Флокеночувствительность:	не чувствительна.

Таблица 5

Механические свойства при T=20°C материала 12X18H10T							
Сортамент	Размер	S _B	S _T	d ₅	y	KCU	Термообработка
-	мм	МПа	МПа	%	%	кДж / м ²	-
Лист тонкий, ГОСТ 5582-75		530	205	40			Закалка 1050 - 1080°C, Охлаждение вода,
Твердость 12X18H10T, Поковки ГОСТ 25054-81							HВ 10 ⁻¹ = 179 МПа

Таблица 6

Физические свойства материала 12X18H10T						
T	E 10 ⁻⁵	a 10 ⁶	l	г	C	R 10 ⁹
Град	МПа	1/Град	Вт/(м·град)	кг/м ³	Дж/(кг·град)	Ом·м
20	1.98		15	7920		725
100	1.94	16.6	16		462	792
200	1.89	17	18		496	861
300	1.81	17.2	19		517	920
400	1.74	17.5	21		538	976
500	1.66	17.9	23		550	1028
600	1.57	18.2	25		563	1075
700	1.47	18.6	27		575	1115
800		18.9	26		596	
900		19.3				
T	E 10 ⁻⁵	a 10 ⁶	l	г	C	R 10 ⁹

Для правильного проектирования технологического процесса необходимо дать оценку свариваемости выбранной марки стали. Оценка свариваемости углеродистых сталей производится по содержанию углерода, а легированных сталей - по эквиваленту углерода (табл. 4).

1.3 Технические условия на прокат, заготовки и детали

Технические условия составляются в виде требований, которые предъявляются к прокату и заготовкам.

Основными требованиями к прокату являются требования по качеству, по чистоте поверхности металла, допустимых дефектах, хранению и транспортировке материала.

Требования к заготовкам и деталям назначаются, исходя из степени ответственности заданной сварной конструкции, точности её изготовления, с учетом технических требований чертежа и марки стали.

3.1.4 Технические условия на сборку

Технические условия на сборку состоят из требований по проверке заготовок и деталей перед сборкой. Необходимо указать требования по состоянию их поверхностей по зачистке кромок под сварку и их обезжириванию, по припускам на усадку сварных швов, по предельным зазорам при сборке различных типов соединений, которые устанавливаются соответствующими ГОСТами или размерами, указанными на чертеже, в зависимости от способа сварки, требований на прихватку.

Необходимо также включать требования по обеспечению взаимной перпендикулярности, соосности собираемых деталей, допустимому смещению стыкуемых кромок, контролю качества сборки.

3.1.5 Технические условия на сварку

Технические условия на сварку должны включать требования по зачистке сварных швов и соединений после сварки, по соблюдению режимов сварки, указанных в картах технологического процесса, и допускаемым отклонениям по наружному виду сварных швов и их размерам, по качеству сварных швов.

Необходимо указать требования по минимальной температуре окружающей среды, требования к подготовке и аттестации сварщиков и минимального разряда сварщиков, допускаемых к сварке данного изделия.

3.1.6 Технические условия на сварочные материалы

Разработке технологического процесса предшествует подробное изучение заданной сварной конструкции, в результате чего намечаются способы сборки и методы сварки отдельных узлов и конструкции в целом. Руководствуясь этим, разрабатываются технические условия на сварочные материалы (сварочную проволоку, флюс, защитные газы, электроды). В технических условиях на сварочные материалы отражаются основные требования соответствующих ГОСТов:

- ☐ на электроды ГОСТ 9466-75;
- ☐ на сварочную проволоку стальную ГОСТ 2246-70;

- ☐ на сварочные флюсы ГОСТ 9087-81 и ТУ, ОСТы;
- ☐ на углекислый газ ГОСТ 8050-85;
- ☐ на аргон ГОСТ 10157-79 [30].

3.1.7 Технические условия на контроль и приемку готовой сварной конструкции

Технические условия на контроль и приемку, метод и объем контроля должны состоять из требований к форме и размерам сварных швов, к дефектам сварных соединений, которые уменьшают прочность и эксплуатационную надежность сварной конструкции, из требований по допустимости и недопустимости дефектов макроструктуры. Для емкостей необходимо оговорить, что швы должны быть прочными и плотными, а поэтому подвергаться испытанию на плотность и прочность. Необходимо оговорить методы устранения дефектов. **2**

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.2.1 Выбор методов получения заготовки

Выбор методов получения заготовки имеет целью установление рациональных способов и последовательности рабочих операций по изготовлению деталей, входящих в заданную сварную конструкцию. От степени совершенства методов получения заготовок и деталей в значительной степени зависит расход металла, количество операций и их трудоемкость, себестоимость процесса изготовления деталей и изделия в целом. На выбор способа получения заготовок и деталей изделия в целом влияют следующие факторы: марка материала, его физико-механические свойства, размеры и конструктивные формы деталей, тип производства и объем выпуска продукции, характер применяемого оборудования.

Выбрать заготовительное оборудование, учитывая:

- ☐ тип производства;
- ☐ свойства обрабатываемой стали;
- ☐ размеры и сортамент обрабатываемого металла;
- ☐ удобство обслуживания и ремонта;
- ☐ технические характеристики оборудования; ☐ габаритные размеры и стоимость.

Дать обоснование выбора оборудования.

В порядке последовательности технологических операций, выполняемых в заготовительных цехах и отделениях, ниже рассматриваются наиболее употребительные способы их осуществления.

3.2.1.1 Первичная обработка металлов

После поступления основных материалов в заготовительном отделении цеха металлы подвергаются предварительной обработке. Операциями такой первичной обработки являются: правка материалов, вырезка заготовок, производимая для облегчения транспортировки и дальнейших операций по изготовлению деталей. Правку проката производят в холодном состоянии на листоправильных и сортоправильных вальцах и прессах, в зависимости от сортамента металла, подлежащего обработке. Для целей первичной обработки наиболее рентабельным способом резки всех сортов металла толщиной 5мм и более является газопламенная резка. Это объясняется портативностью аппаратуры и сравнительно высокой экономичностью и универсальностью способа. Более перспективной и производительной является плазменная резка. Перед подачей материала в заготовительный цех целесообразно произвести очистку его от загрязнений и предварительную правку на складе металлов. Производительность различных способов очистки листового материала приведена ниже (см. табл. 7).

Таблица 7

Производительность очистки листового материала	
Способ очистки	Производительность труда, %
Дробеструйная	60 – 75
Химическая	40
Пескоструйная	5 – 7
Ручная	0,75

После черновой обработки - правки и в некоторых случаях резки весь прокат, поступающий в заготовительное производство, проходит ряд операций, из которых наиболее часто применяются следующие: разметка либо наметка; резка; штамповка; зачистка; правка, подготовка кромок; очистка; образование отверстий, гибка.

3.2.1.2 Разметка либо наметка

Прежде, чем подступить к выполнению рабочих операций, изменяющих форму и очертание исходного материала, в большинстве случаев необходимо этот металл разметить. Разметка представляет собой нанесение на металл конфигурации изготавливаемых деталей в натуральную величину. Основной целью этой операции служит обеспечение точных, в

соответствии с чертежами, размеров вырезаемых из металла деталей. В качестве оборудования используются

разметочные плиты и столы. Средствами для разметки служат разного рода мерительные и чертежные инструменты.

Вместо разметки в серийном и массовом производстве применяют наметку посредством плоских шаблонов. Необходимость разметки либо наметки отпадает в тех случаях, когда последующей операцией является газопламенная резка по контуру или механическая резка металла по упору, либо получение заготовок на портальных установках с программным управлением.

3.2.1.3 Резка

В большинстве случаев непосредственно после разметки или наметки следует рабочая операция резки металла. В соответствии с очертаниями вырезаемой детали различают резку прямолинейную и резку криволинейную по копирам.

Наиболее универсальным и широко распространенным способом резки не закаливающих сталей является газопламенная резка. Рентабельность применения этого способа резки ограничивается минимальной толщиной подлежащего резке металла, равной 6 мм.

Кислородная резка более тонкого материала по чистоте поверхности реза уступает способам резки на механических станках. Криволинейные резы можно успешно выполнять данным способом только по дуге окружности при толщине металла более 8 мм. С увеличением толщины разрезаемого металла экономические и технические преимущества кислородной резки по сравнению с механической резкой повышаются, и при толщине металла более 25 мм эти преимущества кислородной резки во всех случаях становятся бесспорными.

Газопламенная вырезка деталей, как по прямолинейному контуру, так и по криволинейным контурам, может выполняться вручную резаками, на газопламенных машинах или более современными способами. Сравнение эксплуатационных характеристик автоматической, полуавтоматической и ручной кислородной резки, в основном, приводят к следующим данным:

- ☐ скорость полуавтоматической и автоматической резки выше, чем ручной;
- ☐ при механизированных способах резки по копирам отпадает необходимость в предварительной разметке или наметке материала;

- чистота реза повышается с увеличением автоматизации процесса резки и за счет использования новейших технологий. В этом случае можно сразу производить чистую разделку кромок деталей под сварку.

Резка металла на механических станках отличается большой производительностью наряду с высоким качеством получаемого реза. Поэтому для массовых и крупносерийных работ по выполнению прямолинейных резов металла малой и средней толщины следует предпочесть холодную механическую резку газопламенной резке. Для прямолинейной механической резки листового металла наибольшее распространение получили гильотинные ножницы и ножницы для продольной и поперечной резки (пресс - ножницы), которые обрабатывают листовой, полосовой и широкополосный материал толщиной 13-23 мм.

Для прямолинейной поперечной резки различных сортов профильного металла обычно применяют станки двух типов: пресс - ножницы и ножницы с закрытым зевом.

Криволинейные резы тонкого листового металла толщиной не более 6 мм рационально выполнять на роликовых ножницах с двумя дисковыми ножами.

3.2.1.4 Штамповка деталей

Штамповку деталей из листового металла производят либо в холодном, либо в горячем состоянии. Холодная штамповка применяется лишь для небольших толщин материала: не свыше 10 мм. При больших толщинах холодная штамповка приводит к появлению трещин в местах натяжки штампуемого металла и, кроме того, может быть осуществлена с помощью прессов чрезвычайно большой мощности. Поэтому для штамповки металла толщиной свыше 8-10 мм применяют горячий способ, т. е. предварительный нагрев металла в подогревательных печах или горнах с последующей его штамповкой.

Для выполнения холодной штамповки применяются прессы различной мощности и разных конструкций: эксцентриковые, фрикционные и гидравлические.

3.2.1.5 Зачистка

В целях получения гладких, без заусенцев поверхностей контура штампованных деталей, а также для удаления с поверхности кромок окалины и шлаков, получаемых после вырезки деталей газовым пламенем, кромки зачищают.

Эту операцию в большинстве случаев выполняют наждачными кругами. Для этого используют либо шлифовальные машины, либо наждачные станки. Для зачистки от заусенцев мелких деталей применяют очистные барабаны.

3.2.1.6 Правка деталей и заготовок

Выпрямление деталей и заготовок из листового либо широкополосного материала, искривленных в процессе вырезки их газовым пламенем или на механических ножницах, производят на листопрямильных вальцах, на прессах или вручную на плите с применением нагрева.

3.2.1.7 Подготовка кромок

Многие способы сварки требуют предварительной специальной подготовки соединяемых деталей, которая выполняется снятием фасок или отбортовкой кромок. Подготовку кромок деталей производят одним из следующих способов:

- ☐ автоматическая газопламенная резка;
- ☐ строгание кромок на строгальных станках;
- ☐ фрезерование, если поверхность снимаемой фаски ограничивается не прямой, а кривой линией;
- ☐ отбортовка кромок на кромкогибочных прессах;
- ☐ абразивным инструментом (шлифовальной машинкой).

3.2.1.8 Очистка

Детали, соединяемые посредством сварки плавлением, а также контактной электросваркой в ряде случаев требуют очистки от окалины или окислов.

Эта подготовительная операция может быть выполнена одним из способов:

- ☐ газопламенной обработкой;
- ☐ пескоструйными либо дробеструйными аппаратами;
- ☐ переносными наждачными кругами;
- ☐ травлением в слабом растворе кислоты, последующей нейтрализацией в щелочном растворе, промывкой в горячей воде и просушкой на воздухе;

- ☐ иглофрезированием.

3.2.1.9 Образование отверстий

Отверстия в металле после предварительной разметки или наметки, либо по упору обрабатывают одним из следующих способов:

- ☐ сверлением отверстий вручную, либо на сверлильных станках;
- ☐ продавливанием отверстий на дыропробивных станках;
- ☐ прожиганием отверстий струей кислорода после предварительного подогрева металла, с последующим рассверливанием полученного отверстия;
- ☐ вырезание отверстий плазморезом или лазерным резакom;
- ☐ гидроабразивной резкой;
- ☐ прожиганием отверстий электрической дугой с последующим рассверливанием.

3.2.1.10 Гибка заготовок и деталей

Гибка листового, полосового и широкополосного металла производится на листогибочных вальцах. Гибке металла на трехвалковых вальцах всегда должна предшествовать предварительная подгибка кромок на кромкогибочном прессе. Помимо гибки листового материала в форму цилиндра, в ряде случаев встречается необходимость гибки по форме иного профиля. Такая гибка при листовом металле толщиной до 1 мм производится исключительно на прессах для отбортовки листов. Для гибки профильного материала используют прессы либо роликовые гибочные станки.

Составить технологический процесс на заготовительные операции по примеру в таблице 8 на каждую деталь или группу деталей, подлежащих одинаковой последовательности обработки на том же оборудовании с применением тех же приспособлений и инструмента.

ПРИМЕР: Технологический процесс на заготовительные операции.

Типовой технологический процесс на заготовительные операции

Номер операции	Наименование операции, краткое содержание	Оборудование	Приспособления, инструмент
005	Вырубить лист по размерам чертежа.	Гильотина.	Рулетка Р-10ГОСТ 750289; угольник УП-I-400; штангенциркуль ШЦ-I-250-0 ГОСТ 166-73; стол поворотный с подвижными роликами.
010	Вырезать плазморезом детали «Стенка».	Портальная плазменная установка с программным управлением.	Защитные очки ЗН12-Г-3 ГОСТ 12.4.013-85; наушники противошумные, тип А, ГОСТ 12.4.051-87.

3.2.2 Выбор способа сборки

В зависимости от типа производства, особенностей конструкции и оснащенности сборочного цеха, сборка может производиться на одном неподвижном месте, к которому подаются все детали и узлы, инструмент и приспособления, либо при перемещении изделия от одного рабочего места к другому; при этом на каждом рабочем месте устанавливается определенная деталь или узел. Кроме того, в зависимости от ранее указанных факторов, существуют два вида сборки:

- ☐ сборка конструкции из отдельных деталей – поддетальная,
- ☐ методом наращивания;
- ☐ сборка из отдельных узлов – поузловая, на которые расчленяют
- ☐ конструкцию.

Второй вариант более рационален, так как позволяет специализировать рабочие места, более широко применять различные приспособления и тем самым получить большую производительность.

Сборку стальных конструкций можно производить одним из следующих методов:

- ☐ по разметке с применением простейших универсальных приспособлений;
- ☐ на универсальных плитах с пазами, снабженных упорами, фиксаторами и различными зажимами;
- ☐ при помощи шаблонов;
- ☐ на специальных стендах и сборочных приспособлениях; ☐ по отверстиям.

Сборка по разметке малопроизводительна и применяется только в индивидуальном производстве. На универсальных плитах сборку ведут в том случае, когда в проекте заданы однотипные по габаритам сварные конструкции. При помощи шаблонов собираются простые по конструкции сварные узлы.

В серийном и массовом производстве сборка ведется на специальных сборочных стендах или в специальных сборочно-сварочных приспособлениях. Они обеспечивают требуемое расположение входящих в узел деталей и точность сборки изготавливаемого узла в соответствии с требованиями чертежа и технических условий на сборку. Кроме того, сборочные приспособления обеспечивают сокращение длительности сборки и повышение производительности труда, облегчение условий труда, повышение точности работ и улучшение качества готовой сварной конструкции.

Собираемые под сварку детали крепятся в приспособлениях и на стендах с помощью различного вида винтовых, рычажных, пневматических и других зажимов, также электродуговой сваркой прихватками.

3.2.3 Выбор способа сварки и его технико-экономическое обоснование

3.2.3.1 Области применения ручной дуговой сварки

Дуговая сварка металлическими электродами с покрытием в настоящее время остается одним из самых распространенных методов, используемых при изготовлении сварных конструкций. Это объясняется простотой, мобильностью применяемого оборудования, возможностью сваривать в различных пространственных положениях и в местах труднодоступных для механизированных способов сварки.

Существенный недостаток ручной дуговой сварки металлическим электродом, также как и других способов ручной сварки, - малая производительность процессов и зависимость качества сварного шва от навыков сварщика.

3.2.3.2 Области применения сварки под флюсом

Благодаря ряду преимуществ, дуговая сварка под флюсом в настоящее время стала наиболее распространенным видом механизированной дуговой сварки металлов. Этот способ сварки позволяет не только заменить тяжелый труд сварщика - ручника, но, вследствие более высокой производительности (возможности

использования большого по величине сварочного тока), а также ряда технологических преимуществ, коренным образом изменить технологию производства в некоторых отраслях промышленности.

В настоящее время успешно сваривают под флюсом стали, сплавы, цветные металлы. Наряду с конструкциями из углеродистых сталей, сварку под флюсом применяют для конструкций и аппаратов из низкоуглеродистых сталей, нержавеющей, кислотостойких, жаропрочных, сплавов на никелевой основе. В последние годы освоена сварка под флюсом нового конструкционного металла – титана, а также сплавов на его основе. Под флюсом сваривают медь и ее сплавы. Широко применяются в промышленности сварка по слою флюса алюминия и алюминиевых сплавов.

Сварка под флюсом успешно применяется при изготовлении аппаратуры, конструкций и изделий самого ответственного назначения, которые должны надежно работать и в условиях глубокого холода, и под действием высоких температур, агрессивных жидких и газовых сред.

Наиболее выгодно автоматическую сварку под флюсом применять при массовом производстве однотипных металлических изделий, имеющих соединения протяженностью более одного метра правильной формы и удобных для удерживания слоя флюса и металлов толщиной более 8-10 мм. В некоторых случаях способ полуавтоматической сварки под флюсом может быть использован не только при массовом производстве однотипных изделий, но и при единичном производстве изделий с соединениями значительной протяженности и удобных для удержания флюса. Сборка, не обеспечивающая нужные зазоры для получения качественного шва, является основным фактором, сдерживающим внедрение большинства способов автоматической сварки. Нецелесообразно сваривать под флюсом решетчатые конструкции с большим количеством коротких соединений.

3.2.3.3 Области применения дуговой сварки в защитных газах

Дуговая сварка в защитных газах выполняется в среде как инертных, так и активных газов. В качестве инертных газов применяют аргон и гелий, которые практически почти не взаимодействуют с расплавленным металлом. А в качестве активных газов применяют: углекислый газ, азот, пары воды, смеси аргона с кислородом, аргона с азотом, аргона с углекислым газом, углекислого газа с

кислородом и другие, взаимодействующие в большей или меньшей степени с расплавленным металлом.

В некоторых случаях применяют газо-флюсовую сварку, при которой, наряду с газом, в зону сварки подается небольшое количество раскисляющих, шлакообразующих или легирующих веществ. Эти вещества вдуваются в зону сварки в виде пыли с защитным газом или вводятся с проволокой, в виде наносимой на нее пасты или порошковой проволоки, находящейся в сердечнике.

Защитная среда определяет название каждого из этих способов: аргоннодуговая, гелио-дуговая, газо-флюсовая, сварка в углекислом газе и т.д.

Сварка в защитных газах может выполняться плавящимся и неплавящимся электродами, вручную, полуавтоматом или автоматом. Сварка неплавящимся электродом выполняется с присадкой или без присадки электродного металла.

С целью экономии аргона при сварке сталей неплавящимся электродом может применяться комбинированная защита зоны сварки аргоном и углекислым газом. При этом используют специальную горелку с двумя кольцевыми каналами для подачи защитных газов: внутренним – для подачи аргона и внешним – для углекислого газа. В результате удастся в 4-6 раз уменьшить расход аргона без ущерба для качества металла шва.

Вместо аргона при газозлектрической сварке может применяться гелий. При этом необходимы корректировка режима сварки и увеличение расходов газа на 30-40%.

Применение сварки в среде углекислого газа позволило механизировать сварочные работы при изготовлении ответственных сварных конструкций и заменить во многих случаях ручную дуговую сварку полуавтоматической и автоматической сваркой. Полуавтоматическая сварка в среде углекислого газа позволяет механизировать процесс сварки в монтажных условиях, когда применение других методов механизированной сварки исключается или затруднено.

Дуговая сварка в углекислом газе плавящимися электродами находит большое применение. Сравнительная дешевизна углекислого газа, высокое качество сварных швов при правильно выбранной технологии сварки, а также ряд технологических преимуществ открывает этому способу широкие перспективы в различных отраслях машиностроения и строительства. Дуговая сварка в углекислом газе оказывается особенно целесообразной при изготовлении изделий из тонкого металла и различных

малогабаритных деталей. Этот способ также внедряют при сварке соединений из толстого металла со швами небольшой протяженности и различной формы, расположенными в разных плоскостях. Указанным способом удается механизировать сварку вертикальных соединений, обеспечить хороший провар корня стыковых соединений без прожогов на весу, без подкладных колец и т. д.

В углекислом газе не следует сваривать изделия из толстого металла со швами большой протяженности и правильной формы (особенно в массовом производстве, где может быть применена дуговая сварка под флюсом).

Наиболее целесообразным в большинстве случаев оказывается метод полуавтоматической сварки в углекислом газе.

В развитии этого способа сварки в настоящее время определилось два основных направления:

- сварка проволокой диаметром 1,6 - 2,0 мм (это направление создано ЦНИИТМАШем);
- сварка тонкой проволокой диаметром 0,5 – 1,2 мм (это направление создано институтом электросварки).

Проволока диаметром 0,5 – 2,0 мм применяется для сварки в различных пространственных положениях конструкций с толщиной свариваемых элементов от 0,8 до 4 мм.

На турбинном заводе, изготавливающем толстостенные сварные конструкции, наибольшее применение нашел способ сварки в углекислом газе проволокой диаметром 1,6 – 2,0 мм.

Автоматическую сварку в углекислом газе рекомендуется применять при массовом изготовлении малогабаритных деталей с угловыми соединениями, при выполнении кольцевых поворотных стыков без подкладок соединений толстого металла с тонким, а также при выполнении многослойных швов на соединениях с глубокой разделкой кромок и т.д. Для сварки толстого металла проволокой диаметром 1,6-2,5 мм можно использовать любую сварочную автоматическую головку, но со специальным мундштуком.

Прогрессивный способ сварки в защитной среде углекислого газа имеет следующие технические и экономические преимущества перед другими способами сварки:

- производительность сварки в углекислом газе при одинаковых режимах на 25% выше производительности сварки под флюсом и в 3 раза выше производительности ручной дуговой сварки. Количество расплавленного металла при полуавтоматической сварке на обратной полярности в углекислом газе составляют 6-8 кг/час;
- стоимость одного килограмма металла, наплавленного в углекислом газе, на 20% дешевле, чем при сварке под флюсом, в 2 раза дешевле, чем при ручной дуговой сварке качественными электродами;
- хорошая видимость открытой дуги обеспечивает точность наложения швов, что особенно важно при полуавтоматической сварке криволинейных, прерывистых и труднодоступных швов и различных монтажных швов, для которых затруднено применение сварки под флюсом.

Широкое распространение в настоящее время получил способ полуавтоматической сварки в смеси защитных газов плавящимся электродом. Применение защитных газовых смесей «АРГОМИКС-Т» и «АРГОМИКС-У» на основе аргона для полуавтоматической сварки углеродистых и низколегированных сталей обусловлено рядом преимуществ:

- увеличенной глубиной проплавления;
- высокой стабильностью дуги;
- минимальным разбрызгиванием;
- повышенной плотностью металла шва.

ПРИМЕР:

Схема полуавтоматической сварки (MIG/MAG):

1. Горелка.
2. Сопло.
3. Токоподводящий наконечник.
4. Электродная проволока.
5. Сварочная дуга.
6. Сварочный шов.
7. Сварочная ванна.

8. Основной металл.
9. Капли электродного металла.
10. Газовая защита.

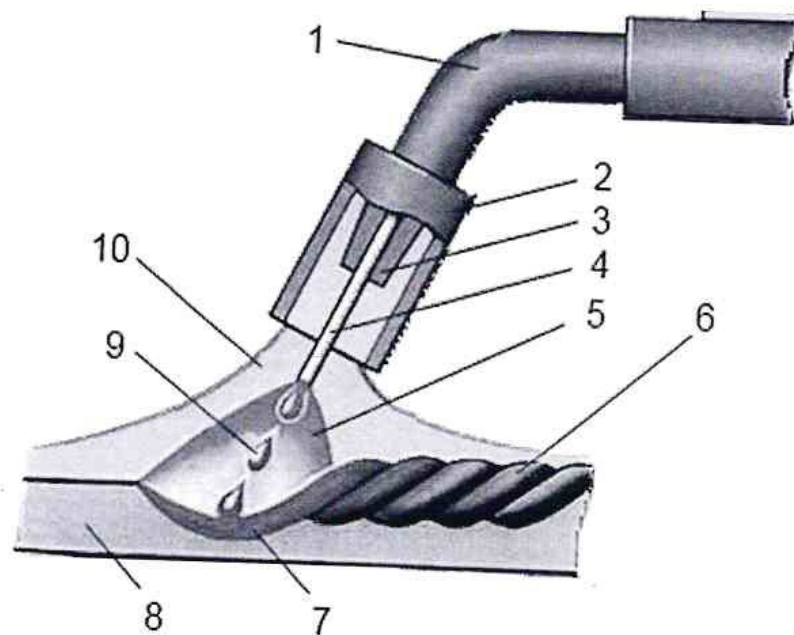


Рисунок 1 - Схема полуавтоматической сварки (MIG/MAG).

Сварка в среде защитного газа получила широкую популярность благодаря высокой эффективности и низкому энергопотреблению. В соответствии с тенденциями рынка компания North разработала трехпроводную сварочную горелку с двумя источниками питания, сварочную горелку для электродуговой сварки нагретой проволокой, сварочную горелку для однопроводной наплавки и сварочную горелку для сварки в среде с низким содержанием CO_2 . Потребление энергии сокращается в значительной степени с удвоением эффективности осаждения и скорости сварки. Между тем, машина двухимпульсной сварки и машина для сварки в среде защитного газа характеризуются низким разбрызгиванием, низким потреблением энергии и высокой эффективностью работы. Также значительно продлен срок службы сопла и контактного наконечника.



Рисунок 2 - Фото сварочных полуавтоматов ESAB MIG 400t/500t.

3.2.3.4 Экономическое обоснование способа сварки

Выбор наиболее целесообразного способа сварки из числа возможных для заданной сварной конструкции или операции разрабатываемого технологического процесса производится на основе их сравнения с точки зрения экономики.

Для этого производят расчеты стоимости сварки одного погонного метра или килограмма наплавленного металла по тем статьям, которые зависят от способа сварки. Такими статьями являются: стоимость сварочных материалов, прямая заработная плата сварщика, стоимость расходуемой при сварке электроэнергии, амортизационные отчисления и расходы на текущий ремонт сварочного оборудования. Сравнение стоимости погонного метра или килограмма наплавленного металла при различных способах сварки даст возможность сделать вывод о применении наиболее экономичного способа сварки.

Рассмотрим методику технико-экономического обоснования способа сварки. Произвести выбор наиболее целесообразного способа сварки, например, для продольного стыка обечайки диаметром 2000 мм, высотой 1000 мм и толщиной стенки 10 мм из стали 15ХМ.

Для сварки продольного стыка обечайки применимы два способа сварки: автоматическая сварка под флюсом и автоматическая сварка в среде углекислого газа. Определим стоимость одного погонного метра шва при этих двух способах по тем статьям, которые зависят от способов сварки, руб.

$$C_{п.м} = C_m + 3c + A_m + T_p + C_э, \quad (1)$$

где $С_{п.м}$ – себестоимость 1 погонного метра шва, руб.;

$С_{м}$ – стоимость сварочных материалов, руб.;

$Зс$ – основная заработная плата, руб.;

$Ам$ – амортизационные отчисления, руб.;

$Тр$ – отчисления на текущий ремонт, руб.;

$Сэ$ – стоимость электроэнергии, руб.

В соответствии с ГОСТ 14771-76, для металла толщиной 10 мм применимо стыковое соединение С7:

$$S = S_1 = 10\text{мм}; \quad b = 1,5 \pm 1,0\text{мм}; \quad e = 12; \quad q = 2 \pm 1,5\text{мм}.$$

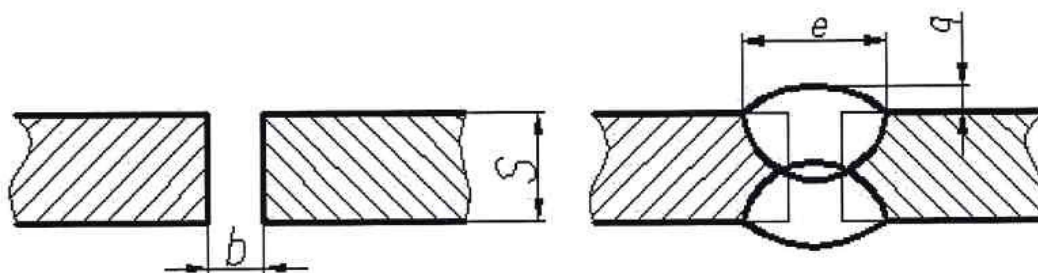


Рисунок 3 - Конструктивные элементы при стыковом соединении двумя швами.

В соответствии с ГОСТ 8713-79, конструктивные элементы выполненного автоматической сваркой под флюсом стыкового соединения С5 толщиной 10 мм имеют вид:

$$S = S_1 = 10\text{мм}; \quad e = 22 \pm 4\text{мм}; \quad e_1 = 4 \pm 2\text{мм}; \quad b = 2,0 \pm 1,5\text{мм}; \quad q = 2 \pm 1,5\text{мм}; \quad q_1 = 2 \pm 1\text{мм}.$$

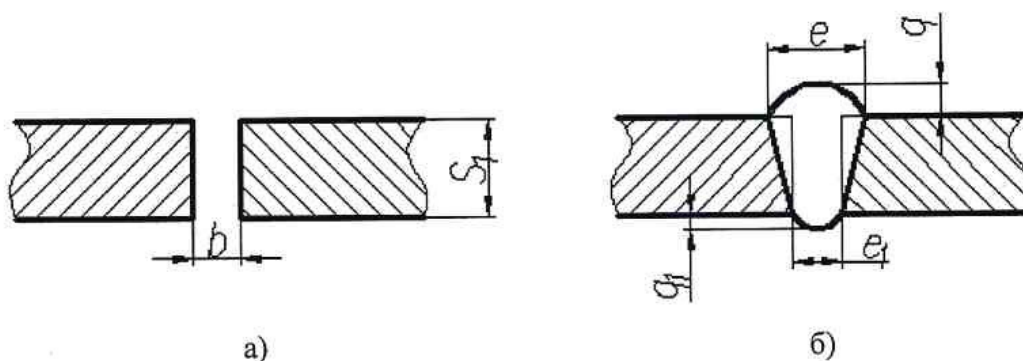


Рисунок 4 - Конструктивные элементы при стыковом соединении одним швом.

Находим площадь поперечного сечения шва продольного стыка обечайки при автоматической сварке в среде углекислого газа, мм^2 :