

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**для студентов по выполнению лабораторных работ и практических занятий**

## Содержание

Введение	4
Практическое занятие №1 Определение геометрических параметров детали с помощью штангенциркуля, микрометра, угломера, универсального шаблона сварщика (УШС).	5
Практическое занятие №2 Составление ИТК «Подготовка металла к сварке при изготовлении узлов несложных изделий»	9
Практическое занятие №3 Типы сварных швов и соединений и их условное обозначение на чертежах. Расположение швов в пространстве	13
Практическое занятие №4 Подбор сборочно-сварочных приспособлений для сборки двутавровой балки и рамной конструкции	21
Практическое занятие №5 Опасные и вредные производственные факторы и средства защиты работающих	33
Практическое занятие №6 Изучение строения сварочной дуги и основных физических процессов, протекающих на ее участках	35
Практическое занятие №7 Система условного обозначения металлических электродов для ручной дуговой сварки и наплавки	37
Практическое занятие №8 Электроды для сварки низкоуглеродистых сталей	39
Практическое занятие №9 Выбор или расчет параметров режима ручной дуговой сварки	42

## Введение

Методическое пособие предназначено для студентов специальности 22.02.06 Сварочное производство.

Основная цель лабораторных работ и практических занятий – организация работы по закреплению и углублению теоретических знаний, полученных на аудиторных занятиях и в ходе самостоятельной работы студента, формирование умений и навыков профессиональной деятельности, решению практических задач, развитию самостоятельности, ответственности и организованности.

Каждая из лабораторных работ и практическое занятие состоит из двух частей. В первой части содержатся теоретические сведения, во второй - излагается цель работы, дается описание необходимых материалов, оборудования, оснастки, инструмента, приводятся методические указания к порядку выполнения опытов, формы таблиц для записей данных измерений и результатов подсчетов. Заканчивается каждая работа указанием по составлению отчета и контрольными вопросами.

Перед выполнением работ в лаборатории студенты должны ознакомиться с правилами техники безопасности. К выполнению лабораторной работы (практического занятия) допускаются только подготовленные студенты, предварительно изучившие теоретический материал по учебнику и настоящему пособию. Кроме того, они должны иметь подготовленные формы таблиц для записей по работе, составленные при предварительном изучении работы по рекомендациям. В ходе выполнения лабораторных работ (практического занятия) студенты группами по 4–6 человек под руководством преподавателя или мастера изучают технику и технологию способов сварки, сварочное оборудование и его технико-экономические возможности, а также самостоятельно проводят экспериментальные исследования и (по возможности) выполняют сварочные операции. По окончании лабораторной работы (практического занятия) каждый студент индивидуально оформляет отчет о проделанной работе, который должен содержать исчерпывающие текстовые и графические ответы на поставленные вопросы. Работа считается выполненной после защиты ее у преподавателя.

Оценка знаний обучающихся производится по пятибалльной системе.

**Оценка 5** ставится, если студент выполняет работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения экспериментальных исследований; в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; грамотно и аккуратно оформляет отчет.

**Оценка 4** ставится, если студент выполняет работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения экспериментальных исследований; в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; грамотно и аккуратно оформляет отчет, но допускает несущественные ошибки, не влияющие на общий результат работы.

**Оценка 3** ставится, если работа выполнена не полностью и объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы.

**Оценка 2** ставится, если работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильные выводы; если экспериментальные исследования и наблюдения проводились неправильно.

Выполнять пропущенные работы по уважительным и неуважительным причинам студент может на консультациях (согласно расписанию) или дома.

## Практическое занятие №1

### Определение геометрических параметров детали с помощью штангенциркуля, микрометра, угломера, универсального шаблона сварщика (УШС)

#### 1. Цель работы

1.1 Закрепление теоретического материала по теме «Пользование измерительным инструментом».

1.2 Привитие навыков самостоятельной работы с натурным образцом.

#### 2. Инструменты и приспособления:

2.1 Линейки измерительные металлические

2.2 Штангенциркули с величиной отсчета по нониусу 0,1мм

2.3 Микрометры 0-25мм, 25-50мм

2.4 Угломеры с величиной отсчета по нониусу 2' и 5'

2.5 Щупы

#### 3. Общие сведения

*Измерение линейкой металлической*

Приложить линейку к измеряемой детали.

Примечание. При измерении деталей простой формы (пластина, стержень и т.п.) их рекомендуется упереть в какой-либо предмет.

Приложить линейку плотно к поверхности измеряемой детали, упирая ее торцом к какой-либо выступ на детали или в предмет, к которому прижимают деталь.

Нулевое деление линейки должно точно совпадать с началом измеряемой части детали (рис.1).

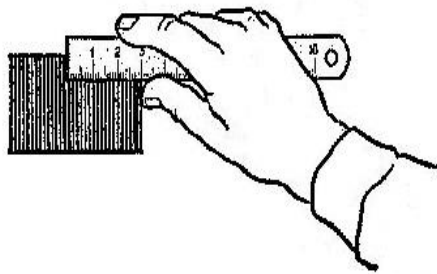


Рисунок 1

Прочитать размер на линейке. При определении размера глаз располагать точно против шкалы.

*Измерение штангенциркулем*

Провести наружное измерение.

Взять штангенциркуль и слегка ослабить зажимный винт рамки.

Развести губки штангенциркуля на размер, больший размера детали.

Передвинуть подвижную рамку до полного соприкосновения губок с поверхностью измеряемой детали (рис.2).

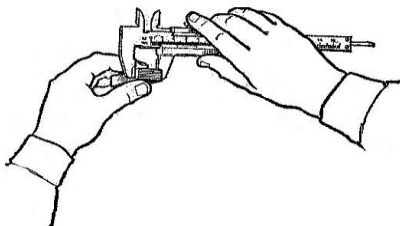


Рисунок 2

Прочитать показания штангенциркуля.

Произвести внутреннее измерение

Развести губки штангенциркуля на размер, меньший размера детали. Ввести малые губки в отверстие и передвинуть подвижную рамку до полного соприкосновения губок со стенками отверстия. Следить, чтобы губки касались поверхности отверстия по всей их длине (рис.3).

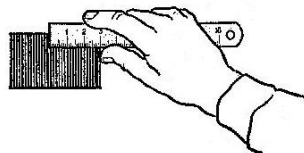


Рисунок 3

Прочитать показания штангенциркуля (см.п.4).

Измерить глубину

Упереть торец штанги в верхний край измеряемого отверстия или уступа.

Опустить подвижную губку вниз до упора линейки глубиномера а дно отверстия или уступа. Закрепить подвижную рамку зажимным винтом и снять штангенциркуль с детали (рис.4).

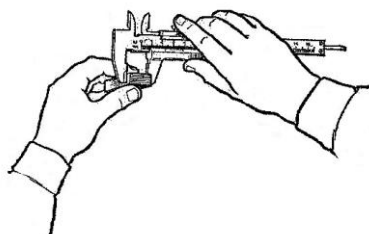


Рисунок 4

Прочитать показания штангенциркуля (см.п.4).

Прочитать показания штангенциркуля

Отсчитать по шкале штанги целое число миллиметров до нулевого деления нониуса.

Определить, какое деление нониуса совпало с одним из делений штанги.

Умножив количество промежутков между нулевым делением нониуса и совпавшим делением на величину точности измерения штангенциркуля, определить количество десятых долей миллиметра (рис.5).

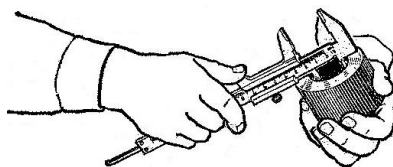


Рисунок 5

*Измерение микрометром*

Измерить деталь.

Проверить точность установки микрометра на нуль. Взять микрометр за скобу в левую руку и, вращая правой рукой барабан против часовой стрелки, развести измерительные плоскости микрометра на размер, больший измеряемой детали.

Поместить деталь между пяткой скобы и торцом микрометрического винта микрометра и, плавно вращая трещотку по часовой стрелке, выдвигать микрометрический винт до тех пор, пока его торец и пятка скобы плотно соприкоснутся с измеряемой деталью, послышится характерный звук пощелкивания механизма трещотки.

Зафиксировать положение микрометрического винта стопором (рис.6).

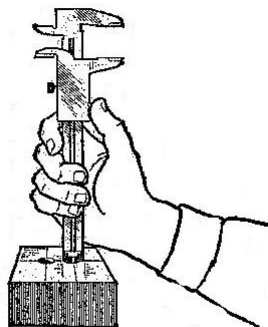


Рисунок 6

Прочитать показание микрометра.

Целые миллиметры и полумиллиметры отсчитывать по числу делений на втулке-стебле микрометра. Сотые доли миллиметра определить по делению на конической части барабана, совпавшему с продольной чертой стебля (рис. 7).



Рисунок 7

*Измерение углов угломером*

Измерить угол

Примечание. Углы меньше  $90^\circ$  измеряют угломером с применением угольника, углы больше  $90^\circ$  - без угольника.

Установить сектор угломера в такое положение, чтобы угол между съемной линейкой и гранью угольника был несколько больше измеряемого угла детали.

Приложить одну грань измеряемого угла детали к съемной линейке угломера, передвинуть подвижную линейку так, чтобы между сторонами измеряемого угла детали и гранями угольника и съемной линейки угломера был равномерный просвет.

Закрепить сектор стопором (рис.8).

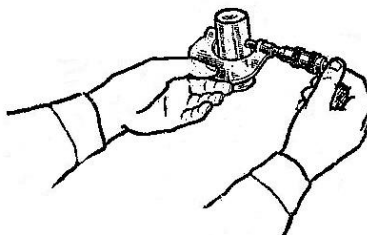


Рисунок 8

Определить величину угла

Целое число градусов отсчитать по шкале основания угольника до нулевого деления нониуса.

Определить, какое деление нониуса совпало с одним из делений шкалы основания.

Умножив количество промежутков между нулевым делением нониуса и совпавшим делением на величину точности измерения угломером, определить количество минут.

*Измерение зазоров щупом*

В зазор вставить одну пластинку или набор пластин щупа так, чтобы они входили в зазор туго и на всю длину. Измерять зазор по всему периметру детали. При введении пластины щупа в зазор не прикладывать больших усилий во избежание их поломки (рис.9).

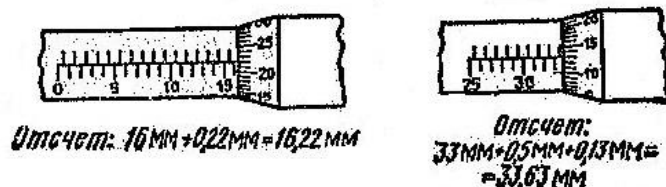


Рисунок 9

Определить размер зазора.

Если в зазор вошла только одна пластинка, то толщина ее определит величину зазора.

Если зазор измерен набором пластин, то величина его равна сумме толщин пластин.

#### 4. Порядок выполнения работы

4.1 Упражнения в пользовании измерительным инструментом:

4.1.1 Измерение линейкой измерительной металлической

4.1.2 Измерение штангенциркулем

4.1.3 Измерение микрометром

4.1.4 Измерение углов угломером

4.1.5 Измерение зазоров щупом

#### 5. Содержание отчета

1. Составить таблицу замеров (приложение 1.)

2. Ответить на контрольные вопросы

#### 6. Контрольные вопросы

6.1 Почему при измерении длины измерительной линейкой нужно упирать ее торец и выступ на детали? Как правильно произвести измерение длины детали, если на ней нет выступа?

6.2 Как измерить штангенциркулем:

А) наружный размер детали?

Б) внутренний размер детали?

В) глубину отверстия или высоту выступа детали?

6.3 Как прочесть размер, установленный на штангенциркуле:

А) с величиной отсчета по нониусу 0,1мм?

Б) с величиной отсчета по нониусу 0,005мм?

6.4 Как измерить деталь микрометром?

6.5 Как прочесть размер, установленный на микрометре с пределом измерения:

А) 0-25мм?

Б) 25-50мм?

6.6 Как с помощью угломера измерить на детали углы:

А) меньше 90°?

Б) больше 90°?

6.7 Как прочесть размер, установленный на угломере:

А) с точностью измерения до 5'?

Б) с точностью измерения до 2'?

6.8 Как измерить величину зазора между деталями с помощью щупа?

6.9 Какие требования нужно соблюдать при пользовании измерительными инструментами, чтобы сохранить их в исправном состоянии?

## Практическое занятие №2

### Составление ИТК «Подготовка металла к сварке при изготовлении узлов несложных изделий»

#### 1. Цель работы:

1.1 Научиться составлять инструкционно-технологические карты при подготовке металла к сварке

#### 2. Оборудование и материалы:

2.1 Сборочные чертежи сварных конструкций

2.2 Спецификации

#### 3. Общие сведения

Выбор вида заготовки для дальнейшей механической обработки во многих случаях является одним из весьма важных вопросов разработки процесса изготовления детали. Правильный выбор заготовки — установление ее формы, размеров припусков на обработку, точности размеров (допусков) и твердости материала, т. е. параметров, зависящих от способа ее изготовления, — обычно весьма сильно влияет на число операций или переходов, трудоемкость и в итоге на себестоимость процесса изготовления детали. Вид заготовки в большинстве случаев в значительной степени определяет дальнейший процесс обработки.

Разработка процесса изготовления детали может идти по двум принципиальным направлениям:

— получение заготовки, приближающейся по форме и размерам к готовой детали, когда на заготовительные цехи приходится как бы значительная доля трудоемкости изготовления детали и относительно меньшая доля приходится на механические цехи;

— получение грубой заготовки с большими припусками, когда на механические цехи приходится основная доля трудоемкости и себестоимости изготовления детали.

В зависимости от типа производства оказывается рациональным то или иное из указанных направлений или какое-либо промежуточное между ними. Первое направление соответствует, как правило, массовому и крупносерийному производству, так как дорогостоящее современное оборудование заготовительных цехов, обеспечивающее высокопроизводительные процессы получения точных заготовок, экономически оправдано лишь при большом объеме выпуска изделий. Способ изготовления заготовок заключается в следующих операциях: первичная обработка металла, разметка (наметка) металла, резка металла, зачистка, правка деталей и заготовок, подготовка кромок, пробивка отверстий, гибка заготовок и деталей.

**Первичная обработка металла.** 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.

Правка металла — устранение деформаций и напряжений в металле различного профиля. Правку проката производят в холодном состоянии на листопрямильных и сортопрямильных вальцах и прессах, в зависимости от сортамента металла, подлежащего обработке. Для целей первичной обработки наиболее рентабельным способом резки всех сортментов 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. Процесс резки и рубки также производят с помощью различных инструментов — болгарки или гильотины.

Перед подачей материала в заготовительный цех целесообразно произвести очистку его от загрязнений и предварительную правку на складе металлов.

Очистка от жиров и ржавчины выполняется механическим или химическим способом. Механический способ — это способ, когда ржавчина и масла удаляются наждачной бумагой или зачистными машинами. Химический способ — это способ, при котором металл очищается от жиров и ржавчины с помощью химических растворов (щелочей).

Поверхности присадочного материала, а также кромок детали, которая будет свариваться, зачищается от ржавчины, загрязнений, следов окалин и прочих лишних веществ. Также нужно ликвидировать влагу, масляные пятна и другие химические пленки. При сварке металла в ванне не должно быть ничего неметаллического, что привело бы к образованию брака. Даже относительно небольшие остатки лишних вещей приводят к образованию пор, появлению трещин, созданию напряжений в металле и так далее. Благодаря всему этому, надежность сварного соединения резко снижается.

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 (наметка); резка; штамповка; зачистка; правка, подготовка кромок; очистка; образование отверстий, гибка.

**Разметка (наметка) металла.** 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. Разметку можно производить с помощью рулетки, металлического уголка, циркуля и так далее.

Вместо разметки в серийном и массовом производстве применяют наметку. При крупносерийном производстве используют шаблоны, которые изготовленные из листовой стали или фанеры. Наметку производят мелом или маркером. 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.

**Резка металла.** 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 незакаливающихся 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 профилей 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.

**Штамповка.** Штамповкой называют процесс придания деталям нужной формы и получение определенных документов размера путем механического воздействия на них с помощью давления. Основное направление штамповки – это производство деталей из заготовок, в качестве которых используется листовый прокат. Под действием сдавливающего усилия заготовка подвергается деформации и приобретает нужную конфигурацию.

Различают штамповку, выполненную горячим способом с нагревом заготовки и холодным способом без ее предварительного нагрева. Штамповка деталей из листового металла осуществляется без их предварительного нагрева.

Деформацию давлением с нагревом заготовки используют при изготовлении деталей из металла, не обладающего достаточной пластичностью, и в основном применяют при производстве небольших партий объемных изделий из металлического листа, имеющего толщину в пределах 5 миллиметров.

Технология холодной деформации листового проката с помощью штампов подразумевает изменение формы и размеров изделия с сохранением их первоначальной толщины.

В качестве материала для получения штампованных изделий холодным способом используют полосы, листы или тонкую ленту в основном из низкоуглеродистых и легированных пластичных сталей, а также медных, латунных (содержащих свыше 60% меди), алюминиевых, магниевых, титановых и других пластичных сплавов. Применение для штамповки сплавов, обладающих хорошей пластичностью, связано с тем, что они легко поддаются деформационному изменению.

Для осуществления холодной штамповки листового металла используют различные операции, которые зависят от поставленной задачи достижения определенной формы заготовки. Их подразделяют на разделительные и формоизменяющие воздействия.

При разделительных деформациях материал заготовки частично отделяют по заданному контуру. Отделение осуществляется путем сдвига части металла по отношению к основной заготовке. Такими операциями являются резка, вырубка, пробивка и другие.

**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.

**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 листопрямительных вальцах, на прессах или вручную на плите с применением нагрева.

**Подготовка кромок.** Подготовка металла под сварку предполагает обработку кромок, особенно, при работе с толстыми заготовками. В итоге, они должны обрести определенную геометрическую форму, которая будет способствовать более надежному соединению. Подготовка включает в себя обработку угла разделки, ширины зазора, создания притупления, регулировку длины скоса и так далее. Кромки не обрабатываются, если толщина составляет менее 3 мм. При слишком большой толщине без обработки металл может не провариться полностью. Особенно актуально это, если у свариваемых деталей различная толщина. Правильный скос обеспечит плавность перехода между деталями, что снимет напряжение нагрузки при эксплуатации детали. После правильно подобранных параметров нужно еще обеспечить надежную фиксацию.

**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.

**Пробивка отверстий.** Операцию, называемой пробивкой, используют для создания в заготовке отверстия разной формы. Часть металла при пробивке из заготовки удаляется совсем, и ее вес уменьшается.

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 резаком;
- гидроабразивной резкой;
- прожиганием отверстий электрической дугой с последующим рассверливанием.

**Гибка заготовок и деталей.** С помощью операции гибки листовому изделию придается заданная форма его изгиба. В зависимости от вида гибки такая операция дает возможность получать изогнутые изделия разной конфигурации. 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.

#### 4. Порядок выполнения работы

4.1 Составить технологический процесс на заготовительные операции по примеру таблицы 1. (вариант1-15)

#### 5. Содержание отчета

5.1 Таблица «Опасные и вредные производственные факторы и средства защиты работающих»

Таблица 1 – Подготовка металла к сварке

Наименование операции	Режимы обработки*	Оборудование, инструменты	Технические требования условия
Очистка		Металлическая щетка, ветошь, уайт-спирит, пескоструйная или дробеструйная установка	От масла, грязи, ржавчины и других загрязнений
Правка		Листоправильные или углоправильные вальцы Пост ГОМ	При необходимости в холодном или горячем состоянии
Разметка		Мел, угольник, рулетка Люкс 5м FIT-17286, измерительная линейка,	Согласно размерам чертежа
Резка		Гильотина, пресс-ножницы, комбинированные пресс-ножницы для резки двутавров и швеллеров, трублез. Оборудование для кислородной резки: Баллон с кислородом и горючим газом, шланги, редукторы, резак	Механическая или кислородная резка по разметке
Зачистка свариваемых кромок		Напильник, УШМ-9069	От заусенцев (от наплывов и остатков грата)
Контроль размеров полученных заготовок		Измерительная линейка, угольник, рулетка Люкс 5м FIT-17286, штангенциркуль ШЦ-2, универсальный шаблон УШС4	На соответствие размерам чертежа
Маркировка		Клеймо, мел, чертилка, краска, маркер	Для точной сборки конструкции

### Практическое занятие №3

#### Типы сварных швов и соединений и их условное обозначение на чертежах. Расположение швов в пространстве

##### 1. Цель работы:

1.1 Изучить типы сварных швов и соединений, научиться обозначению сварных швов на машиностроительных чертежах.

##### 2. Материалы:

2.1 Плакаты

2.2 Иллюстрированные учебные пособия

### 3. Общие положения Виды сварных соединений

*Сварным соединением* называют неразъёмное соединение нескольких деталей, выполненное сваркой.

При сварке плавлением основными видами соединений являются: стыковое, нахлесточное, угловое и тавровое. Применяются также соединения прорезные, торцовые, с накладками и электрозаклёпочные.

В стыковом соединении составляющие его элементы расположены в одной плоскости или на одной поверхности (Рис. 3.1, а-в). Оно наиболее распространено в сварных изделиях, так как имеет следующие преимущества перед остальными:

1. Неограниченная толщина свариваемых элементов.
2. Более равномерное распределение силовых линий (напряжений) при передаче усилий от одного элемента к другому (Рис. 3.1, а).
3. Минимальный расход металла на образование сварного соединения.
4. Надёжность и удобство контроля качества соединения рентгеновским излучением с определением места, размеров и характера дефекта сварки.

Недостатками стыковых соединений перед другими видами являются:

1. Необходимость более точной сборки элементов под сварку.
2. Сложность обработки кромок под стыковую сварку профильного металла (уголки, швеллеры, тавры, двутавры).

Угловое соединение — сварное соединение двух элементов, расположенных под прямым углом и сваренных в месте примыкания их краев (Рис. 3.1, д).

Тавровое соединение — сварное соединение, в котором к боковой поверхности одного элемента примыкает под углом и приварен торцом другой элемент (Рис. 3.1, е), как правило, угол между элементами прямой.

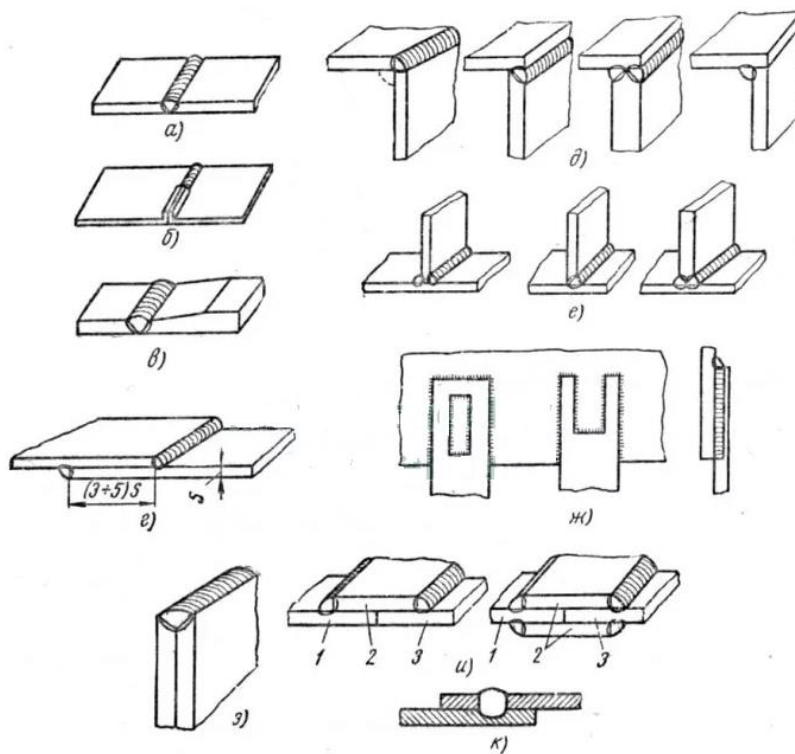


Рисунок 3.1 - Основные виды сварных соединений:

- а — стыковые; б — стыковые с отбортовкой; в — стыковые листов разной толщины; г — нахлесточные; д — угловые; е — тавровые; ж — прорезные; з — торцовые; и — с накладками; к — электрозаклёпочные; 1, 3 — свариваемые элементы; 2 — накладки

Угловые и тавровые соединения широко используются при сварке балок, колонн, стоек, каркасов, ферм и др., обеспечивая увеличение жесткости и уменьшение деформаций изделия.

Нахлесточное соединение (Рис. 3.1, *з*) представляет собой сварное соединение, в котором свариваемые элементы расположены параллельно и перекрывают друг друга. Эти соединения имеют недостатки:

1. Расход основного металла на перекрытия в соединении. Необходимость экономии металла ограничивает применение нахлесточных соединений для элементов толщиной до 20 мм. Величина нахлестки (перекрытия) должна быть не менее 5 толщин наиболее тонкого из свариваемых элементов.

2. Распределение силового потока в нахлесточном соединении является нелинейным (Рис. 3.2, *б*), поэтому оно хуже работает на переменную или динамическую нагрузку, чем стыковое. В конструкциях, работающих при низких температурах и подвергающихся действию переменных или динамических нагрузок, следует избегать нахлесточных соединений.

3. Возможность проникновения влаги в щель между перекрываемыми листами (при односторонней сварке), что вызывает коррозию сварного соединения.

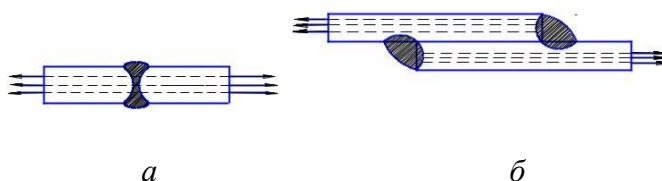


Рисунок 3.2 - Распределение силовых линий в соединениях:  
*а* — стыковое; *б* — нахлесточное

4. Сложность определения дефектов сварки. Преимуществами нахлесточного соединения являются:

1. Отсутствие скоса кромок под сварку.

2. Простота сборки соединения (возможность подгонки размеров за счёт величины нахлестки).

Прорезные соединения (Рис. 3.1, *ж*) применяются тогда, когда длина шва нахлесточного соединения не обеспечивает достаточной прочности.

Соединения с накладками (Рис. 3.1, *и*) применяют только в тех случаях, когда не могут быть выполнены стыковые или нахлесточные соединения.

Накладки применяются также для соединения элементов из профильного металла и для усиления стыковых соединений.

Соединения электрозаклёпками (Рис. 3.1, *к*) применяют в нахлесточных и тавровых соединениях. При помощи электрозаклёпок получают прочные, но не плотные соединения. Верхний лист пробивается или просверливается, а отверстие заваривается так, чтобы был частично проплавлен нижний лист (или профиль). При толщине верхнего листа до 6 мм его можно предварительно не просверливать, а проплавливать дугой, горячей под флюсом или в защитном газе, при этом можно применять и неплавящиеся электроды.

### Классификация сварных швов

Сварные швы подразделяются на стыковые и угловые по виду сварного соединения и геометрическому очертанию сечения шва (Рис. 3.3). Стыковой шов характеризуется шириной ( $b$ ) и усилением  $h_e$ , глубиной провара  $h_n$ , угловой — катетом  $K$ , шириной  $B$ , толщиной  $H$ . Стыковые швы применяют для выполнения стыковых, торцовых, отбортованных, а иногда и угловых соединений. Угловые швы применяют в нахлесточных, тавровых и угловых соединениях.

По форме наружной поверхности стыковые швы могут быть плоские или выпуклые (с усилением) (Рис. 3.4, *з*). Угловые швы могут выполняться и вогнутыми. Сварные соединения с выпуклыми швами, хотя и неэкономичны, однако лучше работают на статическую нагрузку, чем соединения с плоскими или вогнутыми швами. При плоских и вогнутых швах нет резких

переходов от основного к наплавленному металлу, как следствие — нет концентрации напряжений, и возрастает сопротивляемость соединения динамическим или знакопеременным нагрузкам. В соответствии со стандартом допускается выпуклость шва при нижней сварке до 2 мм и не более 3 мм для швов, выполненных в остальных положениях. Вогнутость допускается во всех случаях не более 3 мм.

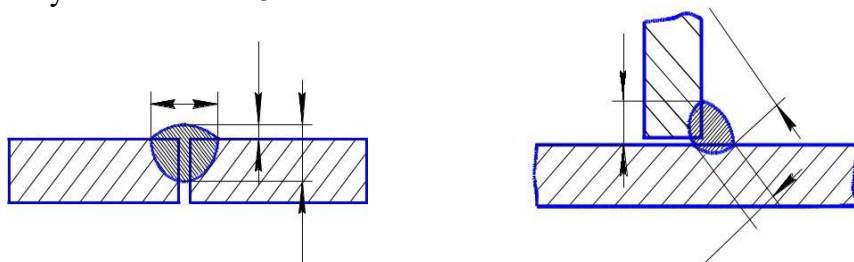


Рисунок 3.3 - Классификация сварных швов по геометрическому очертанию сечения

$b$  — ширина шва;

$h_b$  — усиление шва;

$h_n$  — глубина проплавления;

$k$  — катет шва;

$b$  — ширина шва;

$H$  — толщина шва.

По положению в пространстве различают швы нижние, вертикальные, горизонтальные и потолочные (Рис. 3.4, а).

Сварка нижних швов наиболее удобна, легко поддается механизации. Наиболее сложен и труден потолочный шов, выполнение которого требует специальной тренировки. Вертикальные, горизонтальные и потолочные швы в большинстве случаев применяют в строительстве и монтаже крупных сооружений и значительно реже — в заводских условиях, где с помощью приспособлений удаётся почти полностью сваривать конструкцию только в нижнем положении.

По отношению к направлению действующих усилий швы подразделяются на фланговые (боковые) и продольные, оси которых параллельны направлению усилия; лобовые, оси которых перпендикулярны к направлению усилия; комбинированные и косые (Рис. 3.4, в).

По протяжённости различают швы сплошные и прерывистые. Прерывистый шов может быть цепным или шахматным. Цепной шов представляет собой двусторонний прерывистый шов таврового соединения, в котором участки сварки и промежутки расположены по обеим сторонам стенки один против другого (Рис. 3.4, б). Шахматный шов — двусторонний прерывистый шов таврового соединения, в котором промежутки на одной стороне стенки расположены против сваренных участков шва на другой стороне. Расстояние от начала проваренного участка шва до начала следующего участка называется шагом шва. Прерывистые швы применяют в соединениях, не требующих герметичности (непроницаемости) и когда сплошные швы слабо нагружены.

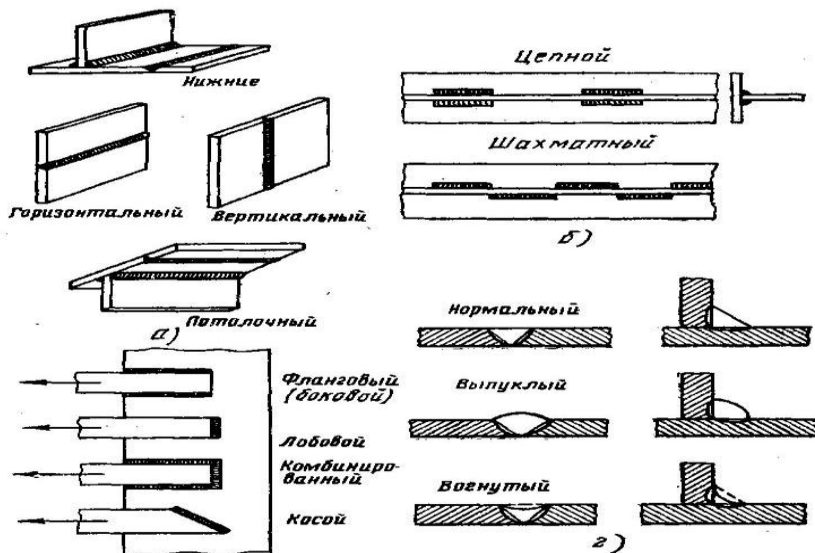


Рисунок 3.4 - Классификация сварных швов:

*а* — по положению в пространстве; *б* — по протяженности; *в* — по отношению к направлению действующих усилий; *г* — по форме наружной поверхности

Сварные соединения со сплошными швами лучше выдерживают знакопеременную нагрузку и меньше поддаются коррозии, чем соединения с прерывистыми швами. Особо ответственные сварные изделия, как правило, выполняются со сплошными швами.

По условиям работы швы подразделяются на рабочие, воспринимающие внешние нагрузки, и связующие (соединительные швы), предназначенные только для скрепления частей изделия. Связующие швы часто называют нерабочими швами.

На виды сварки, конструктивные элементы сварных швов и подготовки кромок для них действуют государственные стандарты:

ГОСТ 5264–80. Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. ГОСТ 8713–79. Сварка под флюсом. Соединения сварные.

ГОСТ 14771–76. Дуговая сварка в защитном газе. Сварные соединения. ГОСТ 16037–80. Соединения сварных стальных трубопроводов.

ГОСТ 14806–80. Дуговая сварка алюминия и алюминиевых сплавов в инертных газах. Соединения сварные.

Кроме стандартов на соединения стыковые и под прямыми углами, имеются стандарты на сварные соединения под острыми и тупыми углами (ГОСТ 11534–75, ГОСТ 11533–75, ГОСТ 23518–79).

### Условное обозначение швов сварных соединений

На чертежах сварных изделий применяется система условного изображения и обозначения швов сварных соединений по ГОСТ 2.312–72.

В планах и боковых видах чертежа место видимого шва изображают сплошной линией, а невидимого — пунктирной линией (Рис. 3.5, *а*, *б*). В поперечных сечениях границы шва изображают сплошными полужирными линиями, а кромки свариваемых частей — сплошными тонкими линиями (Рис. 3.5, *в*).

Обозначение шва отмечается выноской, состоящей из наклонной линии и полки. Наклонная линия заканчивается односторонней стрелкой на месте шва.



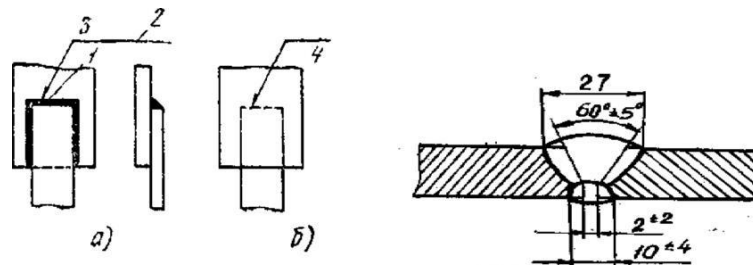


Рисунок. 3.5 - Условное изображение сварных швов:

*а, б* — видимый и невидимый швы, *в* — поперечное сечение; 1 — односторонняя стрелка, 2 — полка, 3 и 4 — элементы видимого и невидимого швов

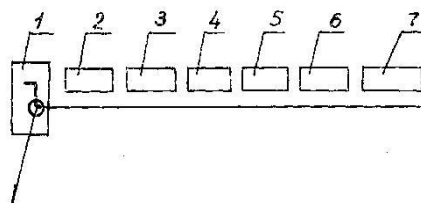


Рисунок 3.6-Структурная схема обозначения сварных швов на чертежах по ГОСТ 2.312–72

Характеристика шва проставляется или над полкой (когда односторонней стрелкой указана лицевая сторона шва), или под полкой (когда указана обратная сторона шва) и состоит из следующих элементов:

1 — вспомогательные знаки шва по замкнутой линии или контура монтажного шва (Табл. 1);

2 — стандарт на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений;

3 — буквенно-цифровое обозначение шва по стандарту на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений;

4 — условное обозначение способа сварки по стандарту на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений (допускается не указывать). Приняты следующие обозначения способов сварки:

Р — ручная;

АФ — автоматическая под флюсом на весу; АФ<sub>ф</sub> — автоматическая под флюсом на флюсовой подушке;

АФ<sub>о</sub> — автоматическая под флюсом на остающейся подкладке; АФ<sub>м</sub> — автоматическая под флюсом на медной подкладке;

АФ<sub>к</sub> — автоматическая под флюсом с предварительной подваркой корня шва; АФ<sub>ш</sub> — автоматическая под флюсом с предварительной подваркой шва; ПФ, ПФ<sub>о</sub>, ПФ<sub>ш</sub> — то же, что и выше, но полуавтоматическая сварка; ИН — электродуговая сварка в инертных газах без присадочного металла;

ИН<sub>п</sub> — в инертных газах с присадочным металлом; ИП — в инертных газах и их смесях с углекислым газом плавящимся электро-дом; УП — в углекислом газе плавящимся электродом;

ШЭ — электрошлаковая проволоочным электродом и т. д.

5 — знак  $\triangle$  и размер катета согласно стандарту на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений (только для швов угловых, тавровых и нахлесточных соединений);

6 — для прерывистого шва — размер длины провариваемого участка, знак / или Z и размер шага;

— для одиночной сварной точки — размер расчётного диаметра точки;

— для шва контактной точечной электросварки или электрозаклёпки — размер расчётного диаметра точки или электрозаклёпки, знак / или Z и размер шага;

— для шва контактной роликовой электросварки — размер ширины шва; 7 —

вспомогательные знаки (тип прерывистого шва, обозначение шероховатости поверхности, знак снятия усиления шва и т. д.).

Все элементы условного обозначения располагаются в указанной последовательности и отделяются друг от друга знаком дефис (за исключением вспомогательных знаков).

Буквенные обозначения способа сварки необходимо проставлять на чертеже только в случае применения нескольких видов сварки в данном изделии, например, П — полуавтоматическая дуговая сварка, Г — газовая, У — дуговая в углекислом газе, А — автоматическая дуговая и др., ручная дуговая сварка не имеет буквенного обозначения. Можно не указывать на полке линии-выноски обозначения стандарта, если все швы в изделии выполняются по одному стандарту. В этом случае следует сделать соответствующее указание в примечаниях на чертеже (Табл. 1).

Таблица 1-Примеры условного обозначения сварных швов на чертежах




















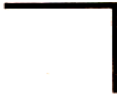


Наименование шва	Примеры обозначения
Стыковой односторонний на остающейся подкладке, со скосом двух кромок, выполненный дуговой сваркой покрытыми электродами	 ГОСТ 5264-80-С-16
Стыковой двусторонний, с криволинейным скосом двух кромок, выполненный дуговой сваркой покрытыми электродами	 ГОСТ 5264-80-С-19
Стыковой двусторонний, с двумя симметричными скосами двух кромок, выполненный дуговой сваркой покрытыми электродами. Участки перехода от шва к основному металлу дополнительно обработаны	 ГОСТ 5264-80-С-21 
Стыковой односторонний, со скосом двух кромок, замковый. Выпуклость шва снята механической обработкой.	 ГОСТ 5264-80-С-17 
Шов углового соединения односторонний со скосом двух кромок, монтажный. Выпуклость шва снята механической обработкой.	 ГОСТ 5264-80-У4 
Шов таврового соединения невидимый односторонний, выполненный дуговой сваркой в углекислом газе плавящимся электродом. Шов прерывистый. Катет шва 6 мм, длина провариваемого участка 50 мм, шаг 150 мм	 ГОСТ 14771-76-Т4-УП  Δ 6- 50 Z 150
Шов таврового соединения, двусторонний без скоса кромок, выполненный плазменной сваркой по замкнутому контуру. Катет шва 4 мм.	 ГОСТ 5264-80-Т1-ПЛ  Δ 4
Стыковой двусторонний, с двумя симметричными скосами двух кромок, выполненный ручной дуговой сваркой. Обозначение упрощенное, если стандарт указан в примечаниях чертежа	 С 21
Упрощенное обозначение при наличии на чертеже одинаковых швов и при указании обозначения у одного из них за № 1	 № 1

Таблица 2-Вспомогательные знаки в обозначении сварных швов

Значение вспомогательного знака	Изображение вспомогательного знака
Знак, проставляемый перед размером катета	
Шов прерывистый с цепным расположением. Угол наклона линии 60°	
Шов прерывистый с шахматным расположением	
Шов по незамкнутой линии. Знак применяется, если расположение шва не ясно из чертежа	
Шов по замкнутой линии. Диаметр знака 3...5 мм	
Шов выполнить при монтаже изделия, т.е. по монтажному чертежу на месте применения	
Выпуклость шва снять	
Выполнить местную обработку шва в его переходах к основному металлу	

### 3. Порядок выполнения работы

3.1 Нарисовать все возможные варианты подготовки кромок под сварку двух листов одинаковой толщины. К каждому варианту написать обозначение сварного шва на чертеже, учитывая способ сварки, вид сварки и дополнительные условия. Исходные данные указаны в табл. 3.

### 4. Содержание отчёта

- 4.1 Нарисовать и описать основные виды сварных соединений.
- 4.2 Привести классификацию сварных швов.
- 4.3 Написать обозначение предложенных сварных швов на чертеже, учитывая способ сварки, вид сварки и дополнительные условия.

### 5. Контрольные вопросы

- 5.1 Что называется сварным соединением?
- 5.2 Какие существуют основные виды сварных соединений?
- 5.3 В чем преимущества и недостатки стыкового соединения?
- 5.4 В чем недостатки нахлесточного соединения?
- 5.5 Какими параметрами характеризуются сварные швы?
- 5.6 Какова классификация сварных швов по геометрическому очертанию сечения?
- 5.7 Какова классификация сварных швов по положению в пространстве?
- 5.8 Как проводится подготовка кромок под сварку?
- 5.9 Какие существуют основные способы подготовки кромок под сварку?
- 5.10 Каково условное обозначение швов сварных соединений?
- 5.11 Какова структурная схема обозначения сварных швов на чертежах?

Таблица 3.

№ варианта	Вид соединения	Толщина листов, мм	Выполнение шва	Вид сварки	Дополнительные условия
1	Стыковое	100	При монтаже	АФ	Шероховатость
2	Стыковое	70	По замкнутому контуру	ИП	Усиление шва снять
3	Стыковое	160	При монтаже	ИН	Зачистить шов R <sub>a</sub> 12,5
4	Стыковое	1	Прерывистый участок длиной 50, шаг 100мм	Р	Усиление шва снять
5	Стыковое	0,5	При монтаже	УП	Зачистить шов R <sub>a</sub> 6,3
6	Стыковое	2	По замкнутому контуру	ИП	Усиление шва снять
7	Угловое	0,8	При монтаже	АФ	Шероховатость шва R <sub>a</sub> 12,5
8	Угловое	80	По замкнутому контуру	Р	Шероховатость шва R <sub>a</sub> 6,3
9	Угловое	1	Прерывистый участок длиной 20, шаг 60мм	АФ	Зачистить шов R <sub>a</sub> 6,3
10	Тавровое	80	При монтаже	ИП	Шероховатость шва R <sub>a</sub> 6,3
11	Тавровое	120	По замкнутому контуру	Р	Усиление шва снять

#### Практическое занятие №4

#### Подбор сборочно-сварочных приспособлений для сборки двутавровой балки и рамной конструкции

##### 1. Цель работы:

1.1 Ознакомиться с классификацией сборочно-сварочных приспособлений и овладеть методикой выбора приспособлений для сборки и сварки конструкций

##### Общие положения:

В повышении эффективности работ при изготовлении сварных конструкций большая роль отводится применению сборочно-сварочных приспособлений и оснастки, предназначенных для временного закрепления и выверки элементов сварных конструкций и оборудования.

*Сборочно-сварочными приспособлениями* называются дополнительные технологические устройства к оборудованию, используемые для выполнения сборочных операций, сварки, наплавки, термической резки, контроля, устранения деформаций и др.

*Сборочно-сварочной оснасткой* называется совокупность приспособлений и специального инструмента для выполнения сборочных, монтажных, сварочных и других видов работ.

В общем случае сборочно-сварочное приспособление состоит из следующих элементов и устройств:

- а) основания;
- б) установочных (фиксирующих) элементов;
- в) прижимных элементов;
- г) поворотных устройств;
- д) вспомогательных деталей, устройств и механизмов.

*Основание* (рама, корпус) представляет собой элемент, объединяющий в одну конструкцию все части приспособления. На основании располагаются опорные и направляющие детали, втулки, уголки, швеллеры, кронштейны и другие фиксаторы. Основание воспринимает массу изделия и все усилия, возникающие в процессе его сборки, прихватки, сварки и кантовки.

*Установочные элементы и детали* (опоры, упоры, пальцы, призмы, конусы, постели и др.) образуют базовые поверхности приспособлений и обеспечивают правильную ориентацию деталей в них в соответствии с правилом шести точек.

*Прижимные (зажимные) элементы* и механизмы предназначены для закрепления установленных в приспособление деталей, заготовок и узлов. Прижимы отличаются от зажимов тем, что их усилие направлено с одной стороны и они имеют одну рабочую поверхность. Примерами зажимов могут служить тиски, клещи и др.

В соответствии со сложностью сварной конструкции и назначением приспособления оно может иметь все или часть перечисленных элементов.

Применение сборочно-сварочных приспособлений позволяет:

- а) повысить производительность труда;
- б) повысить качество продукции;
- в) уменьшить трудоемкость работ;
- г) улучшить условия труда;
- д) расширить технологические возможности сварочного оборудования

Сборочно-сварочные приспособления классифицируются по нескольким признакам следующим образом:

*по выполняемым операциям технологического процесса* - приспособления для разметки, термической резки, сборки под сварку, сварки, контроля качества, термообработки, для установки, поворота, подачи и съема изделия, для перемещения сварочного автомата или сварщика;

*по виду обработки и методу сварки* – приспособления для электродуговой сварки (ручной, полуавтоматической и автоматической), контактной сварки, электрошлаковой сварки, наплавки, пайки, термической резки и др.;

*по уровню механизации и автоматизации* – приспособления ручные, механизированные, полуавтоматические и автоматические;

*по виду установки* – приспособления стационарные, передвижные и переносные;

*по источнику энергии привода* – приспособления пневматические, гидравлические, пневмогидравлические, электромеханические, магнитные др.

К сборочно-сварочным приспособлениям предъявляются следующие основные требования: должно быть достаточно прочным и жестким, не деформировать закрепляемые детали, технологичным, удобным в эксплуатации, иметь возможность использования типовых и стандартных деталей и узлов при конструировании приспособления, а также должно быть ремонтноспособным, безопасным в эксплуатации, иметь достаточно высокий срок службы.

*Технологический процесс* – это часть производственного процесса, содержащая действие по изменению предмета производства.

Технологический процесс должен обеспечить изготовление конструкции при минимальной трудоемкости операций, минимальном расходе сварочных материалов и электроэнергии, с высоким качеством сварных соединений, при наименьших остаточных деформациях конструкции и полном соблюдении мер по технике безопасности.

Наиболее широкое применение имеют двутавровые балки с поясными швами, соединяющими стенку с полками. Обычно такие балки собирают из трех листовых элементов. При сборке нужно обеспечить симметрию и взаимную перпендикулярность полок и стенки, прижатие их друг к другу и последующее закрепление прихватками. Для этой цели используют сборочные кондукторы с соответствующим расположением баз и прижимов по всей длине балки. На установках с самоходным порталом (рис. 4.1) зажатие и прихватку осуществляют последовательно от сечения к сечению. Для этого портал 1 подводят к месту начала сборки (обычно это середина балки) и включают вертикальные 2 и горизонтальные 3 пневмоприжимы. Они прижимают стенку балки 4 к стеллажу, а пояса 5 — к стенке. В собранном сечении ставят прихватки. Затем прижимы выключают, портал перемещают вдоль балки на шаг прихватки и операция повторяется. Вертикальные прижимы 2 позволяют собирать балки значительной высоты  $H$ , не опасаясь потери устойчивости стенки от усилий горизонтальных прижимов. Если балка имеет весьма большую высоту, например элементы мостовых пролетных строений, ее стенку изготавливают из нескольких продольных листов. Для сборки таких балок также может использоваться установка со сборочным порталом, но с большим числом вертикальных прижимов.

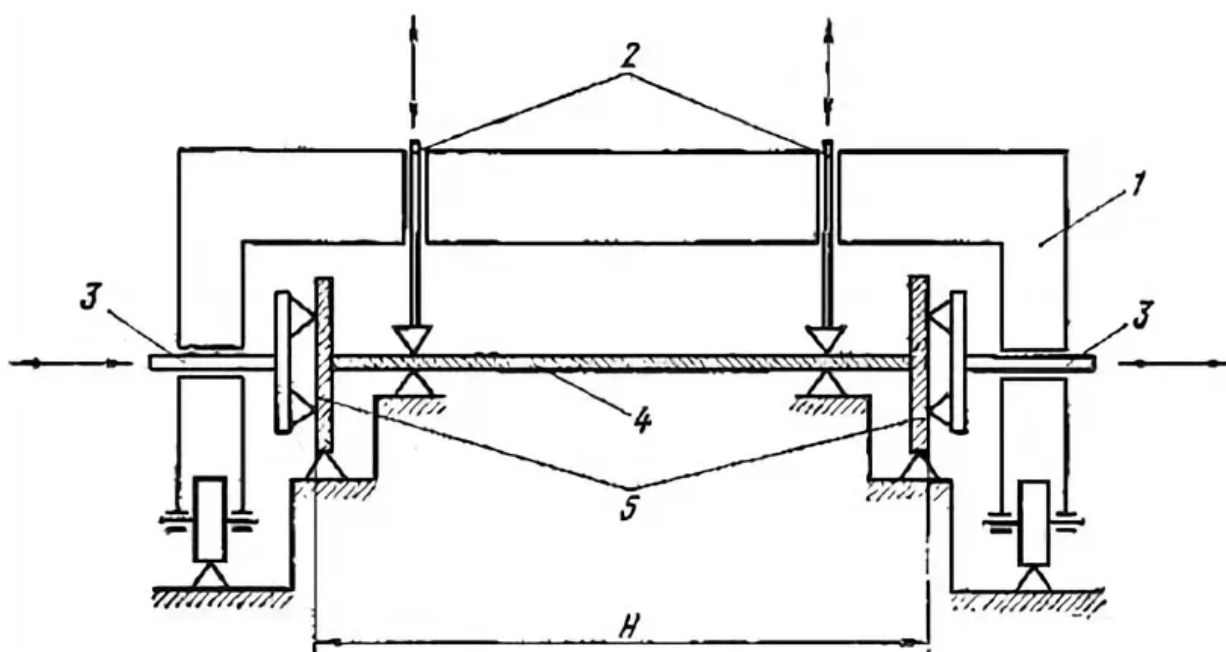


Рисунок 4.1-Схема самоходного портала для сборки двутавровой балки:

1-портал, 2-вертикальный пневмоприжим, 3-горизонтальный пневмоприжим, 4-стенка балки, 5-пояса балки

При изготовлении двутавровых балок поясные швы обычно сваривают автоматами под слоем флюса. Приемы и последовательность наложения швов могут быть различными. Наклонным электродом (рис. 4.2,а, б) одновременно сваривают два шва, однако может возникнуть подрез стенки или полки. Выполнение швов «в лодочку» (рис. 4.2,в) обеспечивает более благоприятные условия их формирования и проплавления, зато приходится поворачивать изделие после сварки каждого шва. Для поворота используют позиционеры-кантователи. В центровом кантователе (рис. 4.3,а) предварительно собранная на прихватках балка 2 закрепляется зажимами в задней 1 и передней 3 бабках и с помощью червячной передачи 4 устанавливается в требуемое положение. Подвижная задняя опора позволяет сваривать в таком кантователе балки различной длины. Цепной кантователь (рис. 4.3,б) состоит из нескольких фасонных рам 5, на которых смонтировано по две звездочки (холостая 1 и ведущая 4) и блоку 6. Свариваемую балку 3 кладут на провисающую цепь 2. Вращением ведущих звездочек балка поворачивается в требуемое положение. Следует иметь в виду, что такой кантователь не обеспечивает жесткого положения свариваемой конструкции, поэтому сварку целесообразно производить сварочной головкой, перемещающейся непосредственно по балке. В некоторых случаях применяют кантователи на кольцах (рис. 4.3,в). Собранный балка укладывается на

нижнюю часть кольца 1, откидная часть 2 замыкается с помощью болтов 3, и балка закрепляется системой зажимов 4.

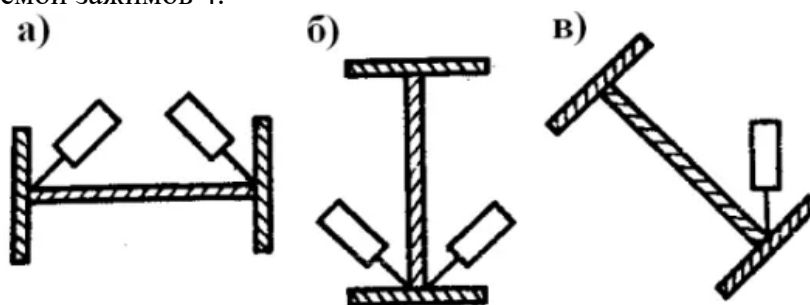


Рисунок 4.2-Способы укладки швов при сварке балок

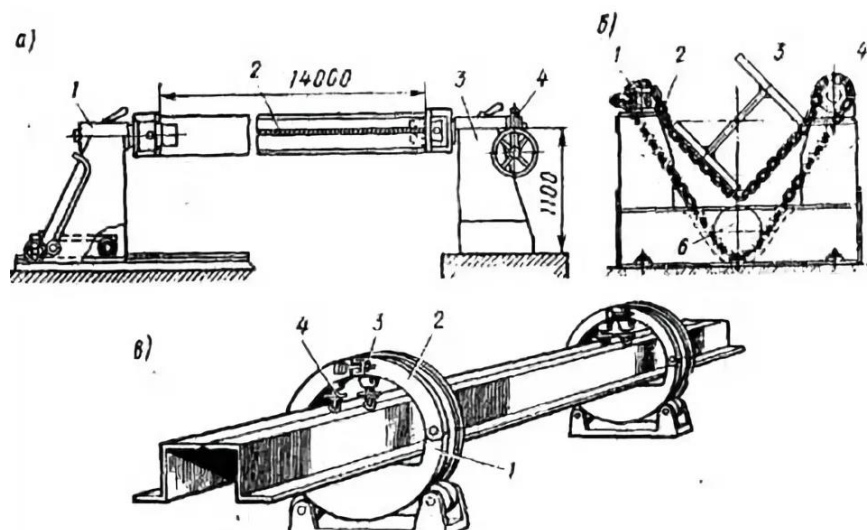


Рисунок 4.3-Схема позиционеров-кантователей для сварки балок  
а-в центрах; б-цепной; в-с кольцами

При раздельной сборке и сварке двутавра в универсальных приспособлениях доля ручного труда на вспомогательных и транспортных операциях (установка элементов, их закрепление, прихватка, освобождение от закрепления, извлечение из сборочного приспособления, перенос в сварочное приспособление, закрепление и поворот в удобное для сварки положение, снятие готового изделия оказывается значительной. Использование поточных линий, оснащенных специализированным оборудованием и транспортирующими устройствами, существенно сокращает эти потери. Поточные линии сварки балок таврового или двутаврового сечения могут оснащаться либо рядом специализированных приспособлений и установок, последовательно выполняющих отдельные операции при условии комплексной механизации всего технологического процесса, либо автоматизированными установками непрерывного действия.

Примером поточной линии первого типа может служить линия по производству сварных двутавровых балок на заводе им. Бабушкина в Днепропетровске. На рис. 4.4 показано расположение участков обработки стенок и полок, где римскими цифрами обозначены позиции выполнения отдельных операций.

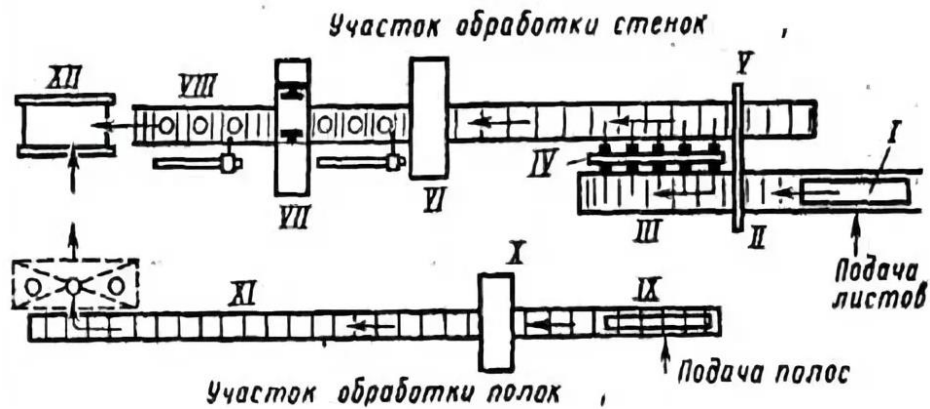


Рисунок 4.4-Схема заготовительных участков линий изготовления двутавровых балок

На рольганг участка заготовки стенок листы подают мостовым краном. Если стенку двутавра приходится собирать из двух листов по длине, то на позиции I стыкуемые кромки проходят обрезку. Для этого оператор, управляя приводом рольганга, располагает листы 1 и 2 по обе стороны от упора 3, выдвигаемого над поверхностью рольганга снизу пневмоцилиндром (рис. 4.5,а).

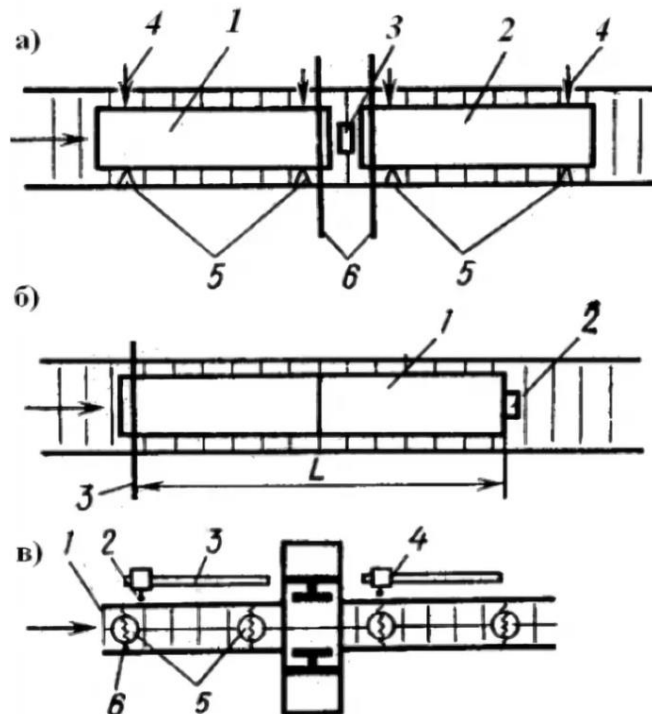


Рисунок 4.5-Операции на участке заготовки стенок

Затем шлеперное устройство 4 сдвигает оба листа до упоров 5; упор 3 убирается ниже поверхности рольганга и самоходная тележка с двумя резаками, перемещаясь по направляющим 6, одновременно обрезает кромки листов 1 и 2. На позиции II (см. рис. 4.4) рольгангом листы устанавливают стыкуемыми кромками по оси флюсовой подушки, зажимают и сваривают автоматом под флюсом. На позицию III сваренную заготовку 1 подают рольгангом до упора 2 (рис. 4.5,б) и резаком по направляющей 3 обрезают по размеру L. На позиции IV (см. рис. 4.4) заготовку стенки кантователем передают на параллельный рольганг с поворотом на 180°, где на позиции V укладывают стыковой шов с другой стороны, а на позиции VI осуществляют правку волнистости в многовалковой правильной машине. На позиции VII ножницы с двумя парами дисковых ножей обрезают продольные кромки по размеру высоты стенки. Подъемные столы 5 (рис. 4.5в) с поперечным перемещением от ходовых винтов 6 приподнимают заготовку стенка над роликами рольганга 1, ориентируют ее и устанавливают по оси симметрии ножниц. Прямолинейность обрезаемых кромок обеспечивается тем, что задний конец заготовки захватывается пневмозажимом 2, скользящим по направляющей 3. Такой же пневмо-зажим 4 захватывает передний конец стенки на выходе из ножниц. Затем на позиции



VIII (см. рис. 4.4) обрезанные кромки проходят очистку под сварку вращающимися щетками и готовая стенка рольгангом подается на позицию XII в питатель сборочного участка.

Для полок используют стальные полосы, продольные кромки которых обработки не требуют. Полосы, имеющие длину, равную длине свариваемой балки, укладывают краном на рольганг IX и подают в многовалковую правильную машину X для правки волнистости и саблевидности. Затем на рольганге XI средняя часть полосы защищается под сварку и готовые полки в горизонтальном положении с помощью магнитных захватов, подвешенных к траверсе крана, подают в питатель сборочного стана XII.

На сборочном участке последовательно расположены питатель и сборочный стан. Питатель принимает элементы в горизонтальном положении (рис. 4.6,а), поворачивает полки на  $90^\circ$  и подает все три элемента в сборочный стан. Опорными базами питателя служат ролики. Поворотом роликов 2 (рис. 4.6,б) полки переводятся в проектное положение с опорой их кромок на ролики 3. Выдача всех трех элементов из питателя осуществляется приводом опорных роликов 1 и 3.

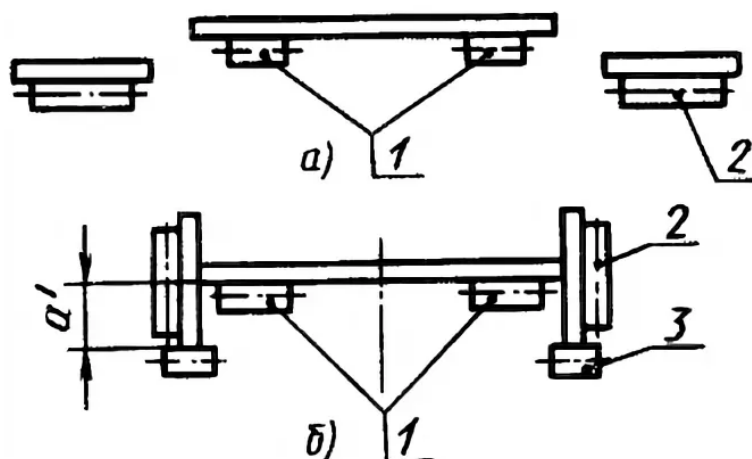


Рисунок 4.6-Схема опорных баз питателя

Общая компоновка узлов питателя показана на рис. 4.7. Два жестких суппорта 4 несут правую и левую группы опорных и приводных роликов. Их перемещением по направляющим 2 станины 1 (сближение или раздвижка) осуществляют наладку питателя по высоте собираемой балки. Перемещение суппортов производится оператором с пульта управления включением электродвигателя 5, который приводит в движение ходовые винты 3. Схема привода опорных роликов предусматривает возможность настройки питателя на заданную ширину полки.

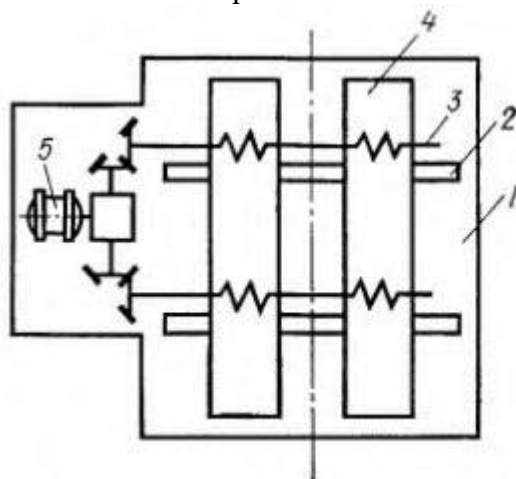


Рисунок 4.7-Схема расположения основных узлов питателя

В сборочном стане элементы балки принимаются системой роликов, расположенных, как в питателе (рис. 4.8,а). Движение осуществляется вращением первой пары прижимных роликов 2. Положение элементов при сборке задается системой опорных баз и прижимов. При опускании роликов 1 (рис. 4.8,б) стенка балки 6 ложится на магнитный стол 4, притяжение

которого фиксирует ее положение и устраняет волнистость. Подъемники 5 приподнимают полки над роликами 3, располагая их симметрично относительно стенки. Сборка завершается зажатием элементов по всей длине гидроцилиндрами прижимных роликов 2 и постановкой прихваток. После выключения магнитного стола и отхода прижимных роликов 2 ролики 1 приподнимают балку и она выдается из стана включением нажатия и вращения крайней пары роликов 2 (рис. 4.8,в).

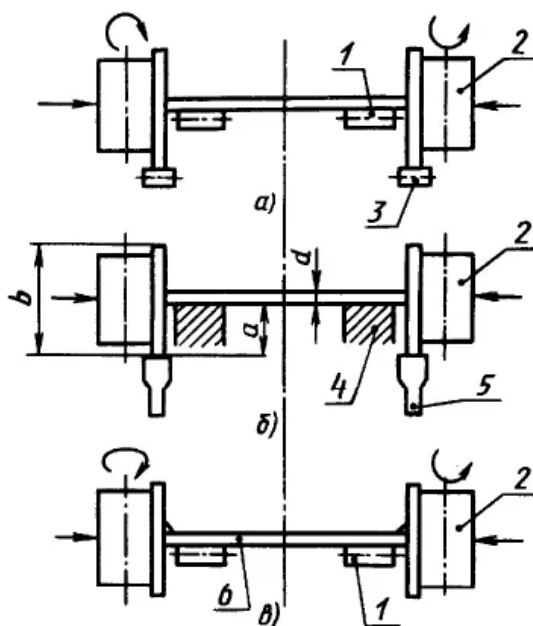


Рисунок 4.8-Схемы расположения опорных баз и прижимов сборочного стана:  
а-при приеме элементов; б-при сборке; в-при выдаче собранной конструкции

Из сборочного стана двутавр поступает на рольганг сварочного участка, где к нему приваривают выводные планки в виде тавриков. Так как в этой поточной линии поясные швы выполняют в положении «в лодочку» и первый из них укладывают со стороны, где нет прихваток, то на сварочном участке балку приходится последовательно устанавливать в положения, показанные римскими цифрами на рис. 4.9. Кантователь 11 (рис. 4.10) перекладывает балку с рольганга 10 на рольганг 2 с поворотом на 180°, подавая ее к сварочной установке 1, а затем к сварочной установке 9 до упора 8. Затем швелерным устройством 3 без кантовки балку передают на рольганг 4, откуда кантователем 5 с поворотом на 180° возвращают на рольганг 2 к сварочной установке 7 с последующей подачей к установке 6.

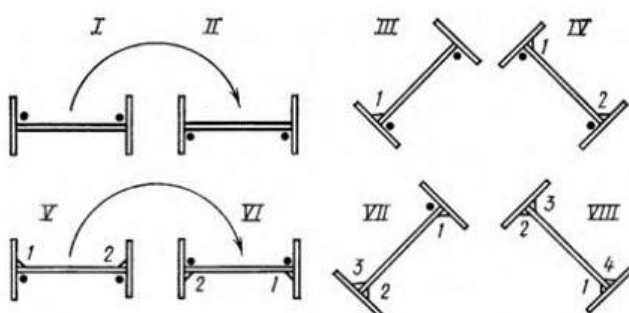


Рисунок 4.9-Положение балки на сварочном участке

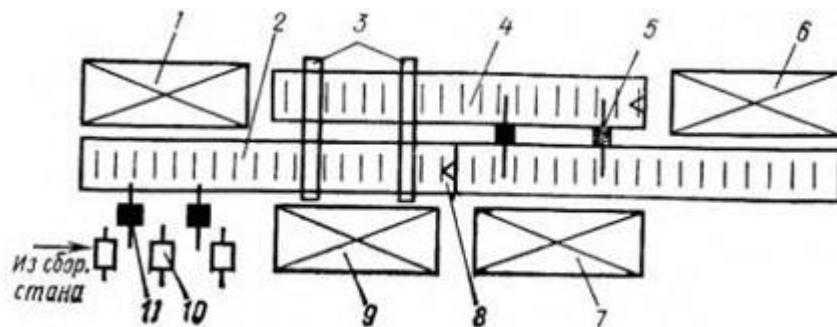


Рисунок 4.10-Схема сварочного участка

После сварочного участка балка попадает на участок отделки, где последовательно проходит через две машины для правки грибовидности полок (рис. 14.13) и через два торцефрезерных станка.

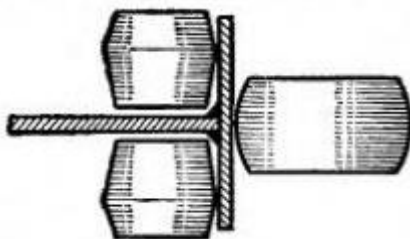


Рисунок 4.11-Схема правки грибовидности полок

В рассмотренной поточной линии во время транспортирования заготовок технологические операции не производятся. Примером установки, где транспортирование осуществляется непрерывно и совмещается во времени с выполнением сборочно-сварочной операции, может служить станок СТС-138 для сборки и сварки тавровых балок (рис. 4.12). Взаимное центрирование заготовок, их перемещение и автоматическая сварка под флюсом обоих швов осуществляются одновременно. Устройство для прижатия стенки тавра к поясу состоит из пневматического цилиндра и нажимного ролика 3. Центрирование элементов тавра производится четырьмя парами роликов; из них две пары 1 направляют пояс вдоль оси станины, а две другие пары 2 удерживают стенку вертикально и обеспечивают ее установку на середину пояса. Движение свариваемого элемента осуществляется приводным опорным роликом 4. Для плавного изменения скорости применен вариатор. Концы балки поддерживаются роликами опорных тележек 5. Для высокопроизводительного изготовления сварных балок в непрерывных автоматических линиях большое значение приобретает применение сварки токами высокой частоты, обеспечивающей скорость сварки 10— 60 м/мин, т. е. на порядок выше, чем при сварке под слоем флюса.

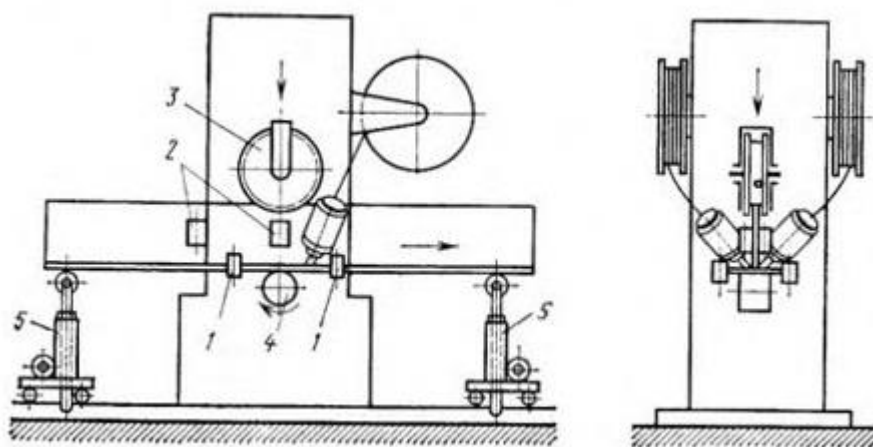


Рисунок 4.12-Схема станка СТС для сварки балок таврового профиля

Американской фирмой «АМФ—Термантул» выпущены агрегаты для производства сварных двутавров из рулонного проката или обычных полос и листов. Заготовки для стенки и

полос двутавра из рулонной стали подают к сварочному агрегату из трех разматывателей. Гибочное устройство обеспечивает подачу полок в зону сварки под углом  $4\text{--}7^\circ$  к кромкам стенки (рис. 4.13). Скользящие контакты 1 и 2 подводят ток к одной из полок и отводят от другой — сварочный ток протекает по поверхности стыкуемых элементов и через место их контактов под обжимаемыми роликами. При приварке полки к кромке стенки (рис. 4.14,а) сварное соединение приобретает неблагоприятную форму. Холодная деформация кромки стенки для увеличения ее толщины с зачисткой соединения после сварки в горячем состоянии позволяет обеспечить плавный переход от стенки к полке (рис. 4.14,б).

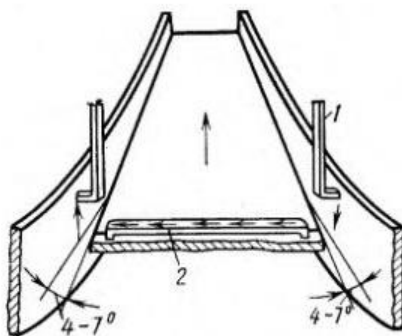


Рисунок 4.13-Схема подвода тока в зону сварки



Рисунок 4.14-Варианты соединения стенки балки с полкой

В соответствии с этим в рассматриваемом агрегате кромки перед сваркой с полками проходят предварительную осадку. Жесткие заготовки полок значительной толщины подают не из рулонов, а поштучно из питателей. Эти заготовки проходят сварочную установку, плотно прижатые торцами друг к другу. Разрезку непрерывной стенки выполняют в местах расположения непроваренных стыков полок.

Принципиальным отличием отечественной технологии производства сварных двутавров является применение высокочастотного индукционного нагрева свариваемых кромок без скользящих контактов. Полки фиксируют относительно стенки за выступ тавра (рис. 4.14,в), а не за наружные кромки. Такая технология отработана на опытно-промышленной установке ВНИИМетмаша и ИЭС им. Е. О. Патона, и для ее реализации строится цех производства сварных двутавров.

Балки коробчатого сечения сложнее в изготовлении, чем двутавровые. Однако они имеют большую жесткость на кручение и поэтому находят широкое применение в конструкциях крановых мостов. При большой длине таких балок полки и стенки сваривают стыковыми соединениями из нескольких листовых элементов.

Сначала на стеллаж укладывают верхний пояс (полку), расставляют и приваривают к нему диафрагмы. Такая последовательность определяется необходимостью создания жесткой основы для дальнейшей установки и обеспечения прямолинейности боковых стенок, а также их симметрии относительно верхнего пояса. После приварки диафрагм устанавливают, прижимают (рис. 4.15,а) и прихватывают боковые стенки. Затем собранный П-образный профиль кантуют и внутренними угловыми швами приваривают стенки к диафрагмам (рис. 4.15,б). Сборку заканчивают установкой нижнего пояса. Сварку поясных швов осуществляют после завершения сборки и ведут наклоненным электродом без поворота в положение «в лодочку». Это объясняется тем, что для балки коробчатого сечения подрез у поясного шва менее опасен, чем для двутавра, поскольку в балках коробчатого сечения сосредоточенные силы передаются с пояса на стенку не непосредственно, а главным образом через поперечные диафрагмы.

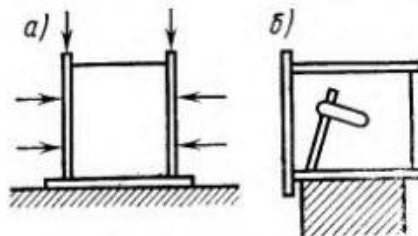


Рисунок 4.15-Изготовление балки коробчатого сечения:  
а-установка боковых стенок; б-сварка внутренних швов

При изготовлении полноразмерных балок моста крана все основные операции по заготовке листовых элементов и последующей общей сборки и сварки выполняют в механизированных поточных линиях с использованием автоматической сварки под слоем флюса. Узким местом производства таких балок коробчатого сечения является выполнение таврового соединения диафрагм и стенок угловыми швами. Небольшое расстояние между стенками затрудняет автоматическую сварку в горизонтальном положении (рис. 4.15,б), а ручную сварщику приходится выполнять эти швы в крайне неудобном положении. Целесообразно выполнять тавровое соединение в вертикальном положении сразу после сборки (рис. 4.16,а). Это исключает операцию кантовки балки и позволяет выполнять одновременно два угловых шва наклонным электродом или автоматической сваркой в среде  $CO_2$ . Предложение заменить угловые швы (рис. 4.16,а) пробочными проплавными соединениями (рис. 4.16,б) с отбортовкой кромок диафрагм не нашло применения в производстве.

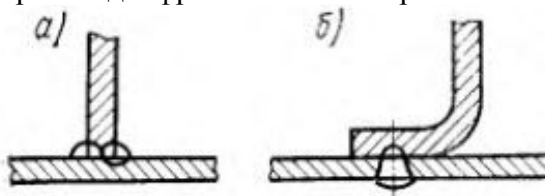


Рисунок 4.16-Соединение диафрагм с боковыми стенками

Особенности производства балок коробчатого сечения рассмотрим на примере поточной линии Узловского машиностроительного завода (рис. 4.17). Все заготовительные операции выполняются вне линии, и на склад 11 поступают полностью обработанные заготовки. Портальный кран 10 с электромагнитными захватами подает поочередно на рольганг 9 заготовки полок и стенок. В сварочном стенде 8 собирают поперечные стыки элементов балки и приводят автоматическую сварку под флюсом за один проход с обратным формированием шва на медной охлаждаемой подкладке. По мере сварки поперечных стыков элемент балки продвигается по рольгангу на участок рентгеновского контроля 7. Обычно рентгенографическому контролю подвергают все поперечные швы нижнего пояса, испытывающего напряжения растяжения, а швы остальных элементов контролируют выборочно. Готовые элементы мостовым краном с помощью жесткой траверсы снимают со стенда и в вертикальном положении устанавливают в накопителе 6. Таким же образом эти элементы подают из накопителей к сборочным стендам. Стенды 1, 2, 3, 5 представляют собой систему козелков, размещенных параллельно друг другу на расстоянии 1,5—2 м. На стенде 5 собирают и сваривают верхний пояс с диафрагмами — «гребенку». «Гребенку» переносят мостовым краном на стенд 3, зачаливая ее эксцентриковыми захватами за диафрагмы в нескольких местах с помощью жесткой траверсы. Центральные козелки стенда 3 имеют регулировку по высоте. Это позволяет задавать верхнему поясу прогиб, равный строительному подъему, если он необходим для компенсации прогиба балки при работе конструкции под нагрузкой. При сборке этот предварительный прогиб пояса закрепляется боковыми стенками, что необходимо иметь в виду при проектировании их раскроя. Сборка осуществляется с помощью портальной самоходной установки 4. Для сварки диафрагмы со стенками используют портальную установку 12, несущую четыре головки для одновременного выполнения четырех вертикальных угловых швов в среде  $CO_2$ .

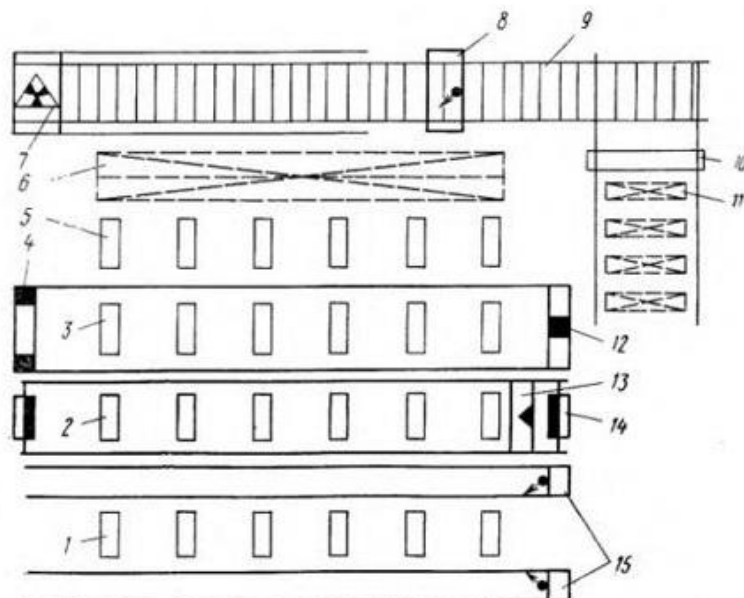


Рисунок 4.17-Схема поточной линии изготовления балок коробчатого сечения

Сборка балки завершается на стенде 2, куда без кантовки передается мостовым краном собранная на стенде 3 балка открытого сечения. Перед постановкой нижнего пояса выправляют искривления верхних кромок соковых стенок, полученные во время приварки диафрагм. Для этого расположенные на тележках 14 гидродомкраты подводят к концам балки и, нажимая на верхний пояс, выгибают балку до полной выборки строительного подъема. Кромки вертикальных стенок оказываются растянутыми в упругой области. Затем мостовым краном укладывают нижний пояс. С помощью самоходного портала 13, имеющего вертикальные пневмоцилиндры, пояс прижимают к балке и закрепляют прихватками. После освобождения балки строительный подъем восстанавливается. Далее балку передают на стенд 1 для сварки поясных швов наклоненным электродом. Вдоль стенда 1 по рельсам перемещаются два сварочных автомата 15, выполняющие под флюсом одновременно два поясных шва. Автоматы снабжены выносными сварочными головками, закрепленными шарнирно. В процессе сварки пружины постоянно поджимают, головку к балке, а копирующий ролик направляет электрод для укладки поясного шва. После кантовки балки таким же образом выполняют вторую пару швов.

Сварные элементы коробчатого сечения нашли применение в качестве стержней ферм железнодорожных мостов. В отличие от балок у них нет диафрагм, поэтому в серийном производстве используют специальные сборочные кондукторы, фиксирующие детали по наружному контуру. Кроме того, для предотвращения винтообразного искривления этих элементов сварку осуществляют наложением одновременно двух симметрично расположенных в одной плоскости угловых швов наклоненными электродами. Для этого используют двухдуговые тракторы типа ТС-2ДУ.

Схема сборочного кондуктора показана на рис. 4.18. На раме с помощью ходовых винтов 2 передвигаются упоры 3 пневмоприжимами 4. Ход прижима 4 обеспечивает закрепление стенки 5 высотой 450—800 мм. Нижний лист 6 коробчатого элемента имеет равномерно расположенные вдоль продольной оси овальные отверстия, позволяющие производить окраску внутренней поверхности, использовать подставку 7 для фиксации листов.

Последовательность операций показана на рис. 4.19. После установки нижнего (рис. 4.19,а) и двух боковых листов через отверстие в нижнем листе выдвигают подставку и поворачивают ее на 90° (рис. 4.19,б). Подставка имеет разжимные кулачки, с помощью которых боковые листы прижимают к опорным стойкам, фиксируя заданный габаритный размер. Лапы кондуктора прижимают боковые листы к основанию. Затем трактором наклоненными электродами выполняют первую пару внутренних швов, причем по мере движения трактора выдвигаемые подставки автоматически убираются в корпус приспособления (рис. 4.19,в). После этого упоры с прижимами раздвигают, подставки поднимают на уровень нижней кромки

второго горизонтального листа, раздвигая для удобства сборки верхние кромки вертикальных листов (рис. 4.19,г). Устанавливают верхний лист (рис. 4.19,д), возвращают упорные стойки с прижимами и двухдуговым трактором заваривают наружную пару швов (рис. 4.19,е). Сварку остальных швов выполняют вне кондуктора двухдуговым трактором (рис. 4.19,ж,з).

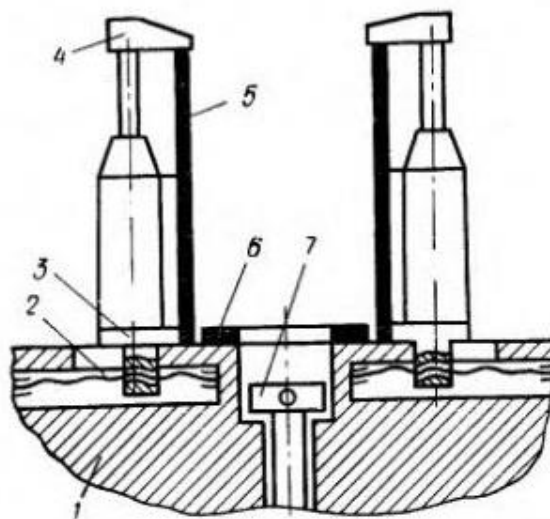


Рисунок 4.18-Схема кондуктора для сборки стержней коробчатого сечения

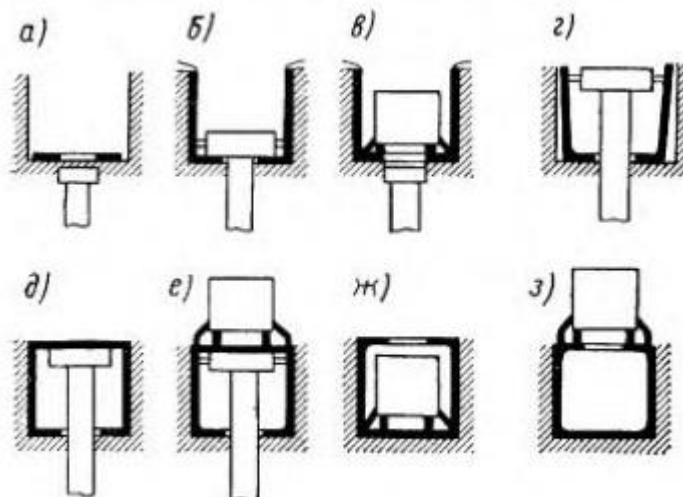


Рисунок 4.19-Последовательность сборочно-сварочных операций при изготовлении стержней коробчатого сечения

#### 4. Порядок выполнения работы

4.1 Изучить сборочно-сварочные приспособления для сборки-сварки балок и рамных конструкций

4.2 Зарисовать схемы сборочно-сварочных приспособлений. Дать описание схем.

#### 5. Содержание отчета

5.1 Схемы сборочно-сварочных приспособлений и их описание.

#### 6. Контрольные вопросы

6.1 Какую оснастку используют для сборки и сварки балок двутаврового сечения в условиях мелкосерийного производства?

6.2 Какова последовательность выполнения сборочно-сварочных операций при изготовлении балок коробчатого сечения?

6.3 В чем состоят характерные особенности оснастки, используемой при сборке и сварке рамных конструкций?

## Практическое занятие № 5

### Опасные и вредные производственные факторы и средства защиты работающих

#### 1. Цель работы:

1.1 Изучение опасных и вредных производственных факторов, их влияние на работающего и средства защиты.

#### 2. Оборудование и материалы:

2.1 Не требуется

#### 3. Общие сведения

При выполнении электросварочных работ возникают следующие опасные и вредные производственные факторы (Рис.5.1):

- повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
  - ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги;
  - электромагнитные поля;
  - искры и брызги, выбросы расплавленного шлака и металла.
- При отсутствии защиты возможны следующие воздействия на людей:
- поражение органов зрения (воспаление, электроофтальмия, катаракта и т.п.);
  - ожоги кожных покровов;
  - поражение электрическим током;
  - отравление продуктами сварки.



Рисунок 5.1- Опасные и вредные производственные факторы при производстве сварочных работ

Для обеспечения безопасного производства работ электросварщика должны обеспечиваться средствами индивидуальной защиты, в число которых входят брезентовый



костюм с огнезащитной пропиткой, ботинки и рукавицы (перчатки). Спецодежда и рукавицы должны быть сухими, без следов масла.

Для защиты лица и глаз электросварщики должны обеспечиваться защитными шлемами или щитками и специальными светофильтрами в зависимости от силы сварочного тока.

Вспомогательные рабочие также должны быть обеспечены светофильтрами: при работе в цехах - типа В-2; на открытых площадках - типа В-3 или Г.

При выполнении сварочных работ в условиях повышенной опасности, в том числе в сырых помещениях, электросварщики дополнительно должны обеспечиваться диэлектрическими перчатками, галошами и резиновыми ковриками.

Сварочные посты должны быть оборудованы местной вентиляцией. Сварка внутри замкнутых пространств (цистерн, резервуаров, баков и т.п.) без вентиляции не разрешается, женщины к таким работам не допускаются.

Исходя из негативного воздействия продуктов сварки на людей, при выборе предпочтение следует отдавать тем электродам, при плавлении которых выделяется наименьшее количество сварочного аэрозоля.

Электросварочные работы, так и газосварочные, могут выполняться на установках и оборудовании, отвечающим требованиям безопасности, изложенным в государственных стандартах, Правилах устройства электроустановок, строительных нормах и правилах.

Здесь главный опасный фактор - это возможное поражение людей электрическим током от самих сварочных установок при отсутствии на них или неисправности элементов защиты: световой сигнализации, защитного заземления, ограждения токоведущих частей и т.п.

Поэтому в организации назначаются приказом лица, ответственные за исправное состояние этих установок из числа инженерно-технических работников.

Требования безопасности, предъявляемые к электросварочным установкам, следующие.

Питание электрической дуги разрешается производить только от сварочных трансформаторов, генераторов и выпрямителей. Непосредственное питание сварочной дуги от силовой, осветительной и контактной сети не допускается.

Сварочное оборудование (трансформаторы, генераторы и др.) подключать к силовой сети и отключать от нее необходимо с помощью контактора или специального выключателя.

На участках, где применяются передвижные электросварочные установки, устанавливаются рубильники закрытого типа, предназначенные для подключения сварочных агрегатов. Длина между питающей сетью и передвижным сварочным агрегатом не должна превышать 10 м.

Для подвода сварочного тока к электрододержателям необходимо применять изолированные гибкие кабели, рассчитанные на надежную работу при максимальных электрических нагрузках.

Сечение проводов выбирается в зависимости от силы сварочного тока.

Металлические части электросварочного оборудования, не находящиеся под напряжением, а также свариваемые изделия и конструкции на все время сварки должны быть заземлены.

Перед проведением электросварочных работ на машинах, имеющих резиновые колеса, машину, а также корпус переносного трансформатора необходимо надежно заземлять.

При выполнении электросварочных работ в условиях повышенной опасности заземляют металлические части оборудования и зажим вторичной обмотки трансформатора, идущий к свариваемому изделию, чтобы не нарушалось заземление при пробое изоляции обмоток сварочного агрегата. При этом к клемме обратного провода присоединяется отдельный заземляющий провод, второй конец которого закрепляется к контуру заземления.

Запрещается использовать провода сети заземления, трубы санитарно-технических сетей (водопровод, газопровод и др.), металлические конструкции зданий, технологическое оборудование в качестве обратного провода электросварки (п. 9.36 СНиП 12-03-2001).

Для безопасного ведения электросварочных работ применяется устройство автоматического отключения напряжения холостого хода. Оно позволяет при разрыве электрической дуги создать в цепи безопасное напряжение - 12 В.

Подключение и отключение от сети электросварочных агрегатов, наблюдение за их исправным состоянием в процессе эксплуатации должны осуществляться аттестованными электромонтерами.

При выполнении временных электро- и газосварочных работ необходимо подготовить рабочее место или площадку, т.е. очистить от мусора, оснастить средствами пожаротушения, обеспечить плотный контакт обратного провода от сварочной установки (агрегата) со свариваемой конструкцией или её деталями. Обратный провод должен иметь надёжную изоляцию для исключения возникновения напряжения шага на поверхности земли или токопроводящего пола.

Если работы выполняются на высоте, то рабочее место должно иметь ограждение.

Вблизи рабочего места или площадки, на которых выполняются эти работы, не должны находиться посторонние люди.

При резке элементов конструкций должны быть приняты меры против случайного обрушения отрезанных элементов.

При выполнении работ на аппаратах, сосудах, содержащих горючие или вредные газы или электротехнических установках необходимо предварительно получить разрешение от эксплуатирующей организации и оформить наряд-допуск.

#### **4. Порядок выполнения работы**

4.1 Изучить опасные и вредные производственные факторы и средства защиты работающих (далее ОВПФ).

4.2 Заполнить таблицу «Опасные и вредные производственные факторы и средства защиты работающих»

#### **5. Содержание отчета**

5.1 Таблица «Опасные и вредные производственные факторы и средства защиты работающих»

Наименование ОВПФ	Мероприятия и средства защиты

#### **6. Контрольные вопросы**

6.1 Какой производственный фактор может вызвать профессиональную патологию, временное или стойкое снижение работоспособности, повысить частоту соматических заболеваний, привести к нарушению здоровья потомства?

6.2 Как подразделяются средства защиты работающих?

6.3 В каких случаях применяются средства индивидуальной защиты?

6.4 Кто обеспечивается средствами индивидуальной защиты?

## Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

### Основные источники:

1. Овчинников В.В. Подготовительно-сварочные работы [Текст]: учебник / В. В. Овчинников. – М., :ИЦ Академия, 2017. – 189
2. Лялякин, В.П. Наплавка металлов.- [Текст]: учеб. для сред. проф. образования. - М.:ИЦ «Академия».-2016.-192с
3. Справочник техника-сварщика [Текст] / В.В. Овчинников. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 304 с.
4. Овчинников В.В. Технология ручной дуговой и плазменной сварки и резки металлов: учебник/ В.В.Овчинников.- 4-е изд., стереотип.-М.: Академия,2014.240с
5. Чернышов Г.Г. Сварочное дело: Сварка и резка металлов: учебник /Г.Г. Чернышов.-7-е изд., стер,- М.: Академия,2010.-496с
6. Справочник техника-сварщика [Текст] / В.В. Овчинников. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 304 с.
7. Овчинников В.В.Контроль качества сварных соединений: учебник/ В.В.Овчинников.- 2-е изд., стереотип.- М.:Академия,2013.-208с.- (Среднее профессиональное образование)
8. Справочник техника-сварщика [Текст] / В.В. Овчинников. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 304 с.
9. Маслов Б. Г. Производство сварных конструкций : учебник СПО/ Б. Г. Маслов, А. П. Выборнов. — 5-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2013. — 288 с
- 10.Овчинников В.В. Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах: учеб.пособие/В.В.Овчинников.-5-е,- М.: Академия,2014.-64с
- 11.Овчинников В.В. Технология ручной дуговой и плазменной сварки и резки металлов: учебник/ В.В.Овчинников.- 4-е изд., стереотип.-М.: Академия,2014.240с
- 12.Лялякин, В.П. Наплавка металлов.- [Текст]: учеб. для сред. проф. образования .- М.:ИЦ «Академия».-2016.-192с.Справочник техника-сварщика [Текст] / В.В. Овчинников. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 304 с
- 13.Виноградов В.С. Электрическая дуговая сварка: учебник/В.С.Виноградов.-7-е изд., стереотип,- М.: Академия,2011.-320с

### Дополнительные источники:

- 14.БановМ.Д.,КазаковЮ.В, Козулин М.Г.и др. / под ред. Ю.В.Казакова. Сварка и резка материалов. – Учебное пособие. – М.: Издательский центр «Академия», 2000, 400с
- 15.КозулинМ.Г. Технология электрошлаковой сварки в машиностроении: Учебное пособие. – Тольятти: ТолПИ, 2000, с.119
- 16.Глизманенко Д.Л. Сварка и резка металлов.[Текст] учебник для ССУЗов. М.: Академия, 2008, 448с.
- 17.Галушкин В.Н. Технология производства сварных конструкций[Текст]учебник – изд..2-ое перераб. и допол.-М.: Академия, 2010-192с
- 18.Овчинников В.В. Оборудование, механизация и автоматизация сварочных процессов[Текст] учебник для ССУЗов – Академия ИЦ, 2010-256с
- 19.МилютинВ.С.,Кабаев Р.Ф. Источники питания и оборудование для электрической сварки плавлением [Текст] учебник для ССУЗов - Академия ИЦ, 2010-368с
- 20.Тихомиров и др. Наглядная безопасность и охрана труда. Безопасность труда при электро-и газосварочных работах. Серия мультимедийных обучающих программ

### Нормативные источники:

- 21.ГОСТ 26001-84 Свариваемость материалов.
- 22.ГОСТ 14771-76 Полуавтоматическая сварка в среде защитных газов.
- 23.ГОСТ 15543-70 Полуавтоматы для сварки в защитных газах.
- 24.ГОСТ19903-74 Сталь прокатная толстолистовая. Сортамент.
- 25.ГОСТ 2246-70 Сварочная проволока

### **Интернет-ресурсы:**

26.Сварщик» портал о сварке и сварочном оборудовании: Режим доступа//  
<http://www.welder.ru/>

27.Промышленная группа «Дюкон»: Режим доступа //<http://svarka.dukon.ru/>

28.Виртуальная библиотека для сварщика: Режим доступа  
//<http://www.svarkainfo.ru/rus/lib/books/>

29.СВАРОЧНЫЙ ПОРТАЛ для машиностроения, строительства, нефтегазохимической промышленности является одним из лучших источников информации о сварке, о сварочном, строительном, машиностроительном, нефтехимическом оборудовании, производящемся и поставляемом в России: Режим доступа //<http://www.svarka.com/>