

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
«Добрянский гуманитарно-технологический техникум им. П.И.Сюзева»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
ПМ. 01 «ВЫПОЛНЕНИЕ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ, СБОРОЧНЫХ ОПЕРАЦИЙ
ПЕРЕД СВАРКОЙ И КОНТРОЛЬ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ»

для профессии

15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

г.Добрянка, 2024 г.

Рассмотрено
на заседании П(Ц)К Дисциплин профессионального
цикла
Протокол № 1 от «04» сентября 2024 г.

Председатель П(Ц)К Дисциплин профессионального
цикла



Катсева Е.И.

ОДОБРЕНО
методическим советом ГБПОУ ДГТТ им.
П.И. Скулева
Протокол № 1 от «04» сентября 2024 г.

Методист



О.Ю. Харламова

Заведующий структурного подразделения
М.К. Рябкова



Составитель: Алексина Оксана Васильевна, преподаватель ГБПОУ «Добрянский гуманитарно-технологический техникум им. П.И. Скулева»

Рецензенты:

Внешние:

СОДЕРЖАНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

МДК.01.01. ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ И СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ.

- Практическая работа №1
- Практическая работа №2
- Практическая работа №3
- Практическая работа №4
- Практическая работа №5
- Практическая работа №6
- Практическая работа №7
- Практическая работа №8
- Практическая работа №9
- Практическая работа №10
- Практическая работа №11

МДК. 01.02 ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

- Практическая работа №1
- Практическая работа №2
- Практическая работа №3
- Практическая работа №4
- Практическая работа №5
- Практическая работа №6
- Практическая работа №7
- Практическая работа №8
- Практическая работа №9
- Практическая работа №10
- Практическая работа №11

МДК 01.03. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ И СБОРОЧНЫЕ ОПЕРАЦИИ ПЕРЕД СВАРКОЙ.

- Практическая работа №1
- Практическая работа №2
- Практическая работа №3
- Практическая работа №4
- Практическая работа №5
- Практическая работа №6
- Практическая работа №7
- Практическая работа №8
- Практическая работа №9
- Практическая работа №10
- Практическая работа №11

МДК.01.04 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

- Практическая работа №1
- Практическая работа №2
- Практическая работа №3
- Практическая работа №4
- Практическая работа №5
- Практическая работа №6
- Практическая работа №7
- Практическая работа №8
- Практическая работа №9
- Практическая работа №10
- Практическая работа №11

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические рекомендации по выполнению практических работ по ПМ. 01 «ВЫПОЛНЕНИЕ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ, СБОРОЧНЫХ ОПЕРАЦИЙ ПЕРЕД СВАРКОЙ И КОНТРОЛЬ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ» для обучающихся профессии 15.01.05 сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки)) разработаны в соответствии с ФГОС среднего профессионального образования и рабочей программой дисциплины.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

уметь:

- Читать чертежи средней сложности и сложных конструкций, изделий, узлов и деталей
- Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку
- Пользоваться конструкторской документацией для выполнения трудовых функций
- Проверять работоспособность и исправность оборудования поста для сварки
- Проверять оснащённость оборудования поста для различных способов сварки
- Производить настройку оборудования поста для различных способов сварки
- Читать структурные, монтажные и простые принципиальные электрические схемы
- Подготавливать сварочные материалы к сварке
- Классификация сварочных материалов
- Правила хранения и транспортировки сварочных материалов У 1.5.01 Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку
- Использовать ручной и механизированный инструмент зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки
- Контролировать качество выполняемых работ
- Выполнять предварительный, сопутствующий (межслойный) подогрев металла в соответствии с требованиями производственно-технологической документации по сварке
- Использовать ручной и механизированный инструмент зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки
- Зачищать швы после сварки
- Контролировать качество выполняемых работ

знать:

- Основные правила чтения конструкторской документации
- Общие сведения о сборочных чертежах
- Основы машиностроительного черчения
- Основные типы, конструктивные элементы, размеры сварных соединений и обозначение их на чертежах
- Требования единой системы конструкторской документации
- Основные правила чтения технологической документации
- Устройство вспомогательного оборудования, назначение, правила его эксплуатации и область применения
- Устройство сварочного оборудования, назначение, правила его эксплуатации и область применения
- Правила технической эксплуатации электроустановок
- Классификацию сварочного оборудования
- Основные принципы работы источников питания для сварки
- Единицы измерения силы тока, напряжения, мощности электрического тока, сопротивления проводников
- Основных конструктивных элементов под сварку
- Правил сборки элементов конструкции под сварку

- Правил подготовки кромок изделий под сварку
- Системы допусков и посадок, точность обработки, качества, классы точности
- Допуски и отклонения формы и расположения поверхностей
- Методы контроля
- Порядок проведения работ по предварительному, сопутствующему (межслойному) подогреву металла
- Необходимость проведения подогрева при сварке
- Типы дефектов сварного шва
- Причины возникновения и меры предупреждения видимых дефектов
- Способы устранения дефектов сварных швов
- Системы допусков и посадок, точность обработки, качества, классы точности
- Допуски и отклонения формы и расположения поверхностей
- Методы неразрушающего контроля

Критерии оценки практических работ

Оценка «5» ставится в том случае, если:

- обучающийся полностью соблюдал правила выполнения практической работы, работа выполнялась самостоятельно, рационально организовывал рабочее место, не было нарушений правил техники безопасности, санитарии и гигиены; задание выполнено в полном объеме и в установленное время.

Оценка «4» ставится в том случае, если:

- работа выполнялась самостоятельно, допущены незначительные ошибки, которые исправлялись самостоятельно, на выполнение работы затрачено времени больше установленного по норме на 10% .

Оценка «3» ставится в том случае, если:

- самостоятельность в работе была низкой, допущены нарушения в организации рабочего места; отдельные задания выполнялись неправильно, но ошибки исправлялись после замечания преподавателя, допущены незначительные нарушения правил техники безопасности, на выполнение работы затрачено времени больше установленного по норме на 25% .

Оценка «2» ставится в том случае, если:

- отсутствовала самостоятельность в работе, допущены грубые нарушения правил техники безопасности, которые повторялись после замечаний преподавателя, неправильно выполнялись многие виды работ, ошибки повторялись после замечания преподавателя, на выполнение работы затрачено времени против нормы больше чем на 25% .

МДК.01.01. ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ И СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1

Тема 1.1. Основы технологии сварки

Строение сварочной дуги и её технологические свойства.

Цель работы: формирование способности и готовности использовать теоретические знания о строении сварочной дуги и ее технологических характеристиках.

Ход занятия

1. Повторить теоретический материал
2. Выполнить задания.
3. Ответить на вопросы для самопроверки.

Теоретические сведения

Сварочная дуга представляет собой мощный электрический разряд в газах, сопровождаемый выделением значительного количества тепла и света.

Для разогрева катода между ним и анодом (они подключены к источнику сварочного тока) производят кратковременное короткое замыкание электрода на заготовку. После отрыва электрода от изделия с разогретого катода, каким при сварке постоянным током может быть и электрод, и изделие (при переменном токе полярность постоянно изменяется), под воздействием электрического поля начинается электронная эмиссия. Электроны, вылетевшие с поверхности катода, направляются к аноду и, сталкиваясь с молекулами и атомами воздуха, ионизируют их. Образующиеся в воздушном промежутке отрицательные ионы и электроны перемещаются к аноду, а положительные ионы - к катоду. На поверхности катода и анода осуществляется нейтрализация заряженных частиц и преобразование электрической энергии в тепловую.



Рис.1.Сварочная дуга

Технологические свойства сварочной дуги:

Если случайно или намеренно разомкнуть электрическую цепь, то в месте разрыва цепи проскакивает электрическая искра. Это явление, представляющее собой прохождение электрического тока через воздух, носит название искрового разряда.

Сварочной дугой называют дугу, представляющую собой длительный устойчивый электрический разряд в газовой среде между электродом и изделием либо между электродами, отличающуюся большим количеством тепловой энергии и сильным световым излучением

Сварочные дуги квалифицируют по следующим признакам:

- по среде, в которой происходит дуговой разряд; на воздухе - открытая дуга, под флюсом – закрытая дуга; в среде защитных газов;
- по роду применяемого электрического тока - постоянная, переменная;
- по типу электрода - плавящаяся, неплавящаяся;
- по длительности горения - непрерывная, импульсная дуга;
- по принципу работы - прямого действия, косвенная дуга, комбинированная или трехфазная.

Для сварки металлов наиболее широко используют сварочную дугу прямого действия, в которой одним электродом служит металлический стержень (плавящийся или неплавящийся электрод), а вторым – свариваемая деталь. К электродам подведен электрический ток - постоянный или переменный.

Теплота, выделяемая сварочной дугой, не вся переходит в сварной шов. Часть теплоты теряется бесполезно на нагрев окружающего воздуха, плавление электродного покрытия.

Мощность сварочной дуги Q зависит от сварочного тока I и напряжения дуги U : $Q=I \cdot U$ (Вт).

Дугу возбуждают двумя способами - касанием или чирканьем. В обоих случаях процесс возбуждения сварочной дуги начинается с короткого замыкания. При этом в точках контакта увеличивается плотность тока, выделяется большое количество теплоты, и металл плавится. Затем

электрод отводят, разрядный промежуток заполняется нагретыми частицами паров металла, и начинается горение дуги.

При отводе электрода от изделия (после короткого замыкания и мгновенного расплавления металла) жидкий мостик металла вначале растягивается, сечение его уменьшается, температура металла повышается, а затем жидкий мостик металла разрывается (рис. 1). При этом происходит быстрое испарение металла, и разрядный промежуток заполняется нагретыми ионизированными частицами паров металла, электродного покрытия и воздуха - возникает сварочная дуга.

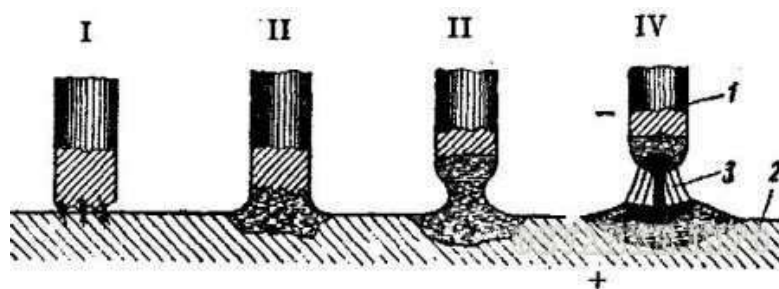


Рис. 1. Схема возбуждения электрической дуги:

I - короткое замыкание; II - образование жидкого металла; III - образование шейки; IV - возникновение дуги.

1 - электрод; 2 - основной металл; 3 - сварочная дуга

Для повышения устойчивости горения сварочной дуги в электродное покрытие или в защитный флюс вводят элементы (калий, натрий, барий и др.), которые повышают степень ионизации и, следовательно, стабилизации сварочной дуги.

Сварочную дугу можно возбудить без касания электродом свариваемого изделия. Для этого нужно в сварочную цепь параллельно включить источник тока высокого напряжения и высокой частоты (осциллятор). При этом для возбуждения дуги достаточно приблизить конец электрода на расстояние 2-3 мм к поверхности изделия. Дуговой промежуток подразделяется на три основные области (рис. 2):

- катодную;
- анодную;
- столб дуги.

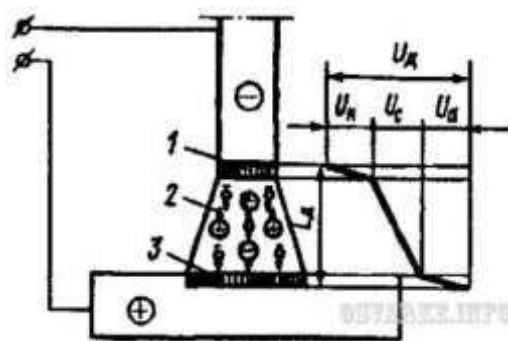


Рис. 2. Строение электрической дуги и распределение напряжения на ее участках:

1 - катодное пятно; 2 - столб дуги; 3 - анодное пятно

Катодное пятно является источником потока свободных электронов. Температура его для стальных электродов достигает 2400-2600°C. В катодном пятне выделяется около 38% общей теплоты дуги.

Столб дуги представляет собой проводник электрического тока. В нем свободные электроны и отрицательно заряженные ионы движутся к аноду, а положительно заряженные ионы - к катоду. В целом столб дуги не имеет заряда. Он нейтрален, так как в каждом сечении столба одновременно находятся равные количества противоположно заряженных частиц.

В столбе дуги выделяется около 20% общей теплоты дуги. Температура столба дуги зависит от силы сварочного тока и достигает в ее центре 6000-7000°C и более. Температура капли на конце стального электрода приблизительно равна 2150°C, а при перелете ее через дуговой промежуток - 2350°C.

В среднем температура сварочной ванны составляет 1770°C.

Анодное пятно является местом входа и нейтрализации свободных электронов. Оно имеет примерно такую же температуру, как и катодное пятно, но в результате бомбардировки электронами на нем выделяется больше теплоты (примерно 42%), чем на катодном.

Малыми кружочками обозначены электроны, а большими - положительно и отрицательно заряженные ионы.

При работе на постоянном токе возможна прямая и обратная дуга. При прямой полярности «+» на изделии «-» на электроде. При обратной полярности наоборот. При питании сварочной дуги постоянным током обратной полярности катодное и анодное пятна поменяются местами, т. е. катодом будет изделие, а анодом - электрод.

При переменном токе эта смена будет происходить 100 раз в секунду, поэтому дуга на переменном токе горит менее устойчиво, чем на постоянном. При сварке на переменном токе количество теплоты, выделяющиеся на электроде и изделии, будет примерно одинаковым.

Различают по длине короткую и длинную дугу.

Длиной дуги называют расстояние от конца электрода до дна кратера на поверхности металла. Длина дуги определяется диаметром электрода.

Короткой называется дуга, длина которой меньше или равна диаметру электрода. Ее размеры 2 - 4 мм.

Длинная дуга та, которая больше или равна диаметру электрода. Короткой дугой сваривают, длинной - режут металл.

Кратером называют углубление на поверхности металла в результате давления на него столба дуги.

Чтобы избежать кратера, применяют следующие способы:

- начинают и оканчивают шов на основном металле;
- постепенно удлиняют сварочную дугу и резко ее обрывают отводом в сторону.

В процессе горения дуги жидкий металл с конца электрода переходит в сварочную ванну в виде отдельных капель (капельный способ) и при полуавтоматической сварке струйно

Перенос капель осуществляется под действием:

- силы тяжести;
- силы поверхностного натяжения;
- электромагнитных сил.

Характер капель зависит от силы сварочного тока. С увеличением силы тока размер капель уменьшается, а число их возрастает.

С уменьшением силы тока размер капли растет и в единицу времени капля становится меньше. Именно это свойство переноса металла и уменьшение силы тока, а также максимально короткая дуга позволяют вести сварку в вертикальном положении.

Влияние магнитных полей на дугу.

Сварочная дуга является гибкой газовой вставкой между электродом и изделием и, как всякий проводник с током, взаимодействует с магнитным полем.

Отклонение столба дуги под действием магнитного поля, наблюдаемое в основном при сварке постоянным током, называется магнитным дутьем (рис. 3). Возникновение его объясняется тем, что в местах изменения направления тока создаются различные напряженности магнитного поля. Это приводит к отклонению дуги в сторону, противоположную большей напряженности

При сварке переменным током, в связи с тем, что полярность меняется с частотой тока, это явление проявляется значительно слабее.

Магнитное дутье также имеет место при сварке вблизи ферромагнитных масс (железо и сталь). Дуга в этом случае отклоняется в сторону этих масс.

Возникновение магнитного дутья вызывает непровары и ухудшает внешний вид шва.

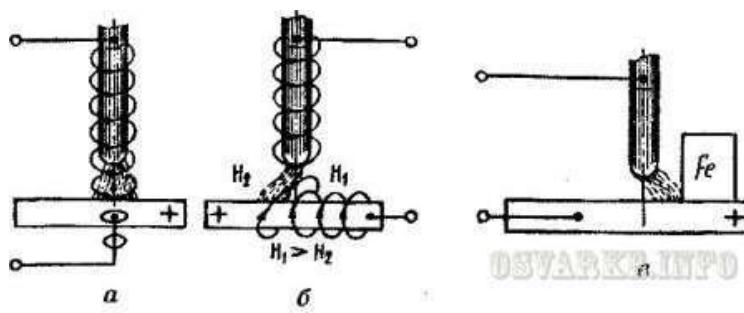


Рис. 3. Влияние магнитных полей и ферромагнитных масс на сварочную дугу:
 а - нормальное положение дуги; б - отклонение дуги под влиянием неравномерной напряженности магнитного поля; в - отклонение дуги под влиянием ферромагнитных масс; H_1 и H_2 - напряженности магнитного поля

Устранить его можно:

- изменением места токоподвода и угла наклона электрода;
- временным размещением дополнительного ферромагнитного материала, создающего симметричное магнитное поле;
- заменой постоянного тока переменным.

Задание:

1. Начертите схему строения сварочной дуги.
2. Опишите свойства сварочной дуги.
3. Опишите классификацию и назначение сварочной дуги.
4. Опишите влияние магнитных полей на сварочную дугу.
5. Опишите сущность прямой и обратной дуги.

Контрольные вопросы

1. Дать определение сварочной дуги.
2. Состав сварочной дуги.
3. Как происходит ионизация в дуге?

4. Как происходит в дуге преобразование электрической энергии в тепловую?

5. Как образуется дуга?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

Тема 1.1. Основы технологии сварки

Изучение статистической вольт-амперной характеристики сварочной дуги

Цель работы: формирование способности и готовности использовать теоретические знания вольт-амперной характеристики сварочной дуги.

Ход занятия

1. Повторить теоретический материал.
2. Записать задание.
3. Ответить на вопросы для самопроверки.

Теоретические сведения

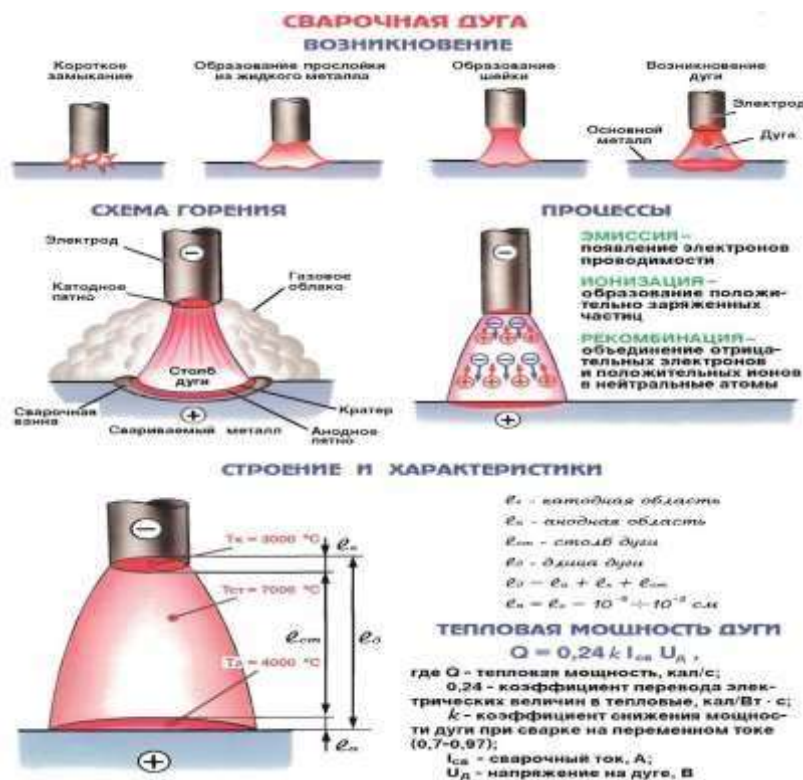


Рис.1. Образование сварочной дуги.

Задания

- начертить схемы зажигания дуги по этапам
- оформить схему
- ответить на вопросы для самопроверки

Вопросы для самопроверки

1. Виды сварочной дуги.

2. Как определить длинную дугу?
3. Как определить короткую дугу?
4. Этапы зажигания дуги?
5. Как классифицируется дуга?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3

Тема 1.1. Основы технологии сварки

Изучение характеристик сварочных материалов.

Цель работы: формирование способности и готовности использовать теоретические знания о сварочных материалах.

Ход занятия

1. Ознакомиться с составом задания
2. Повторить теоретический материал
3. Записать задание.
4. Оформить работу на листе А4.
5. Ответить на вопросы самопроверки.

Краткие теоретические сведения

Сварочные материалы предназначены для применения при выполнении различных видов сварок.

-**Сварочная проволока** - классифицируется сварочная проволока, по назначению; виду поверхности; структуре; хим. составу.

-**Плавящиеся электроды**- классифицируются по условны обозначениям

Тип электрода, Марка, Диаметр, Назначение, Толщина покрытия, Вид покрытия, Пространственное положение.

-**Неплавящиеся электроды** - классифицируются по виду материала (вольфрамовые, угольные, графитовые), вольфрамовые по виду примесей.

-**Флюсы** - классифицируются от видов сварки и металла изделия.

-**Газы** – классифицируются, по видам газа (инертные и защитные).

Задания:

- начертить интеллектуальную карту на сварочные материалы на листе А4
- ответить на вопросы для самопроверки

Вопросы для самопроверки

1. Как классифицируется сварочная проволока?
2. Как классифицируются плавящиеся электроды?
3. Как классифицируются неплавящиеся электроды?
4. Как классифицируются флюсы?

5. Как классифицируются газы?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4

Тема 1.1. Основы технологии сварки

Кристаллизация металла шва и строение сварного соединения.

Цель работы: формирование способности и готовности использовать теоретические знания по строению сварного соединения и кристаллизации металла шва.

Ход занятия

1. Повторить теоретический материал
2. Записать задание
3. Ответить на вопросы для самопроверки.

Теоретические сведения

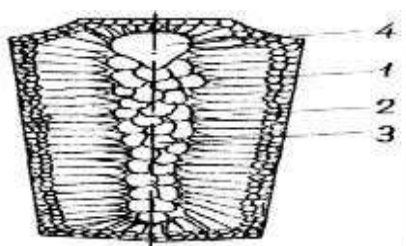


Рисунок 1 — Схема строения металлического слитка

- 2 — столбчатые кристаллы (дендриты);
- 3 — крупные равноосные кристаллы;
- 4 — усадочная раковина

При заливке жидкого металла в форму и последующей кристаллизации получается слиток, отдельные зоны которого отличаются микроструктурой. Схема строения металлического слитка приведена на рисунке 1.

Структура литого слитка состоит из трех основных зон. Первая зона — наружная мелкозернистая корка 1, состоящая из неориентированных мелких кристаллов — дендритов. При первом соприкосновении со стенками изложницы (форма, куда заливают жидкий металл) в тонком прилегающем слое жидкого металла возникает большой градиент температур и явление переохлаждения, ведущее к образованию большого количества центров кристаллизации. В результате корка получает мелкозернистое строение.

Вторая зона слитка — зона столбчатых кристаллов

2. После образования самой корки условия теплоотвода меняются, градиент температур в прилегающем слое жидкого металла резко уменьшается и, следовательно, уменьшается степень переохлаждения стали. В результате из-за небольшого числа центров кристаллизации начинают расти в направлении теплоотвода столбчатые кристаллы.

Третья зона слитка — зона крупных равноосных кристаллов

3. В центре слитка уже нет определенной направленности отвода тепла. В результате образуется крупная равноосная структура. Жидкий металл имеет больший объем, чем закристаллизовавшийся,

поэтому залитый в форму металл в процессе кристаллизации уменьшается в объеме, что приводит к образованию пустот, называемых усадочными раковинами.

4. Верхняя часть слитка с усадочной раковинной отрезается. В слитках небольших размеров зона 3 может отсутствовать. Кристаллизация, приводящая к стыку зон столбчатых кристаллов, называется транскристаллизацией.

Слитки сплавов имеют неоднородный состав.

Неоднородность по химическому составу называется ликвацией.

Задания:

- начертить эскиз кристаллических ячеек и строение сварного шва
- указать на чертеже зоны кристаллизации
- ответить на вопросы для самопроверки.

Вопросы для самопроверки

1. Сколько зон в структуре литого слитка?
2. Кристаллизация, приводящая к стыку зон столбчатых кристаллов называется как?
3. Слитки сплавов имеют, какой состав?
4. Как называется вторая зона слитка?
5. Мелкозернистое строение имеет, какая зона?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5

Тема 1.1. Основы технологии сварки

Изображение схемы «Последовательность наложения сварных швов для уменьшения»

Цель работы: формирование способности и готовности использовать теоретические знания для выбора рациональной последовательности наложения сварных швов для уменьшения сварочных деформаций.

Теоретические сведения

СВАРКА - процесс получения неразъемного соединения посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном или общем нагреве, или пластическом деформировании, или совместном действии того и другого.

Все сварные швы в зависимости от их длины условно разбивают на три группы:

- короткие - до 250 мм;
- средней длины - от 250 до 1000 мм;
- длинные - от 1000 мм и более.

Короткие швы выполняют «на проход» в одном направлении, т. е. при движении электрода от начала шва к концу (рис. 1, а).

При выполнении швов средней длины и длинных возможно коробление изделий. Чтобы избежать этого, швы средней длины выполняют «на проход» от середины к концам (рис. 1, б) или **обратноступенчатым способом** (рис. 1, в), сущность которого состоит в том, что весь шов разбивают на участки длиной 100-350 мм с таким расчетом, чтобы каждый из них мог быть выполнен целым числом электродов (двумя, тремя и т. д.). При этом переход от участка к участку совмещается со сменой электрода. Каждый участок заваривается в направлении,

обратном общему направлению сварки, а последний всегда заваривается «на выход».

Длинные швы выполняют от середины к концам обратноступенчатым способом (рис. 1, г). В данном случае возможно организовать работу одновременно двух сварщиков.

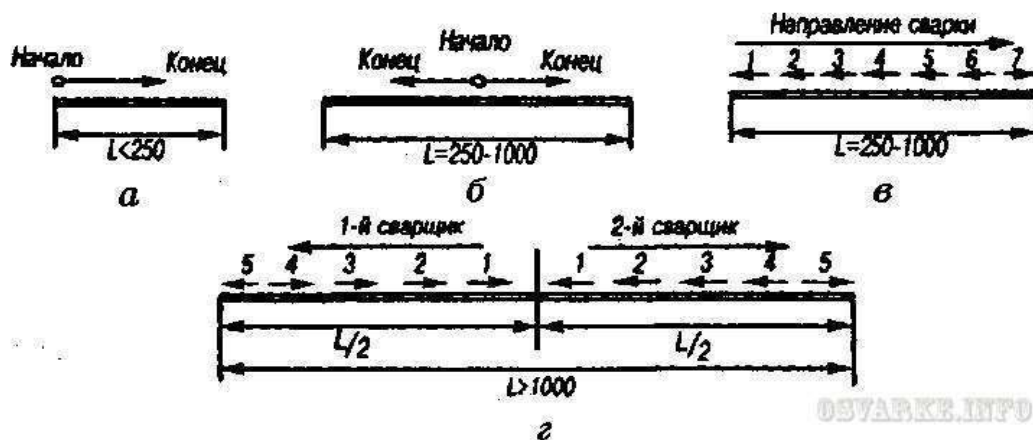


Рис.1 Выполнение швов различной протяженности.

При сварке металла большой толщины шов выполняется за несколько проходов. При этом заполнение разделки может производиться слоями (рис.2, а) или валиками (рис 2, б). При заполнении разделки слоями каждый слой шва выполняется за один проход. При заполнении разделки валиками в средней и верхней частях разделки каждый слой шва выполняется за два или более проходов, путем наложения отдельных валиков. С точки зрения уменьшения деформаций из плоскости первый способ предпочтительнее второго. Однако при сварке стыковых швов не всегда удобно выполнять очень широкие валики в верхней и средней частях разделки. Поэтому на практике 1-й способ чаще применяется при сварке угловых швов, 2-й — стыковых.

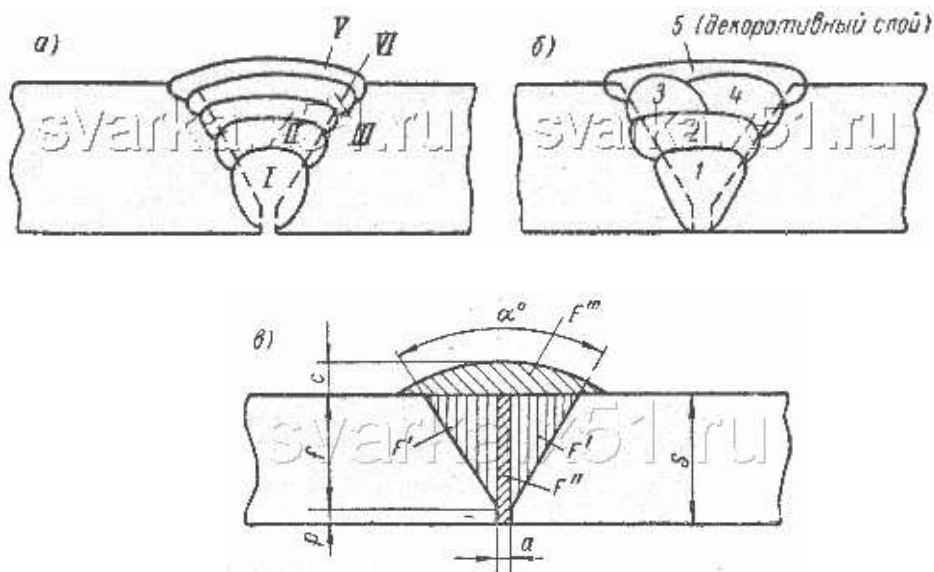


рис.2. Способы заполнения разделки по сечению, а — слоями; б — валиками; в — размеры разделки и сечение наплавленного металла I, II, III... — слой; 1,3,3... — валики.

При сварке толстого металла выполнение каждого слоя на проход (рис. 3, *a*) является нежелательным, так как это приводит к значительным деформациям, а также может привести к образованию трещин в первых слоях. Образование трещин вызывается тем, что первый слой шва перед наложением второго слоя успевает полностью (или почти полностью) остыть. Вследствие большой разницы в сечениях наплавленного слоя и свариваемого металла все деформации, возникающие при остывании неравномерно нагретого металла, сконцентрируются в металле шва. При этом запас пластичности может оказаться недостаточным, что приведет к трещинообразованию.

Для предотвращения образования трещин заполнение разделки при сварке толстого металла следует производить с малым интервалом времени между наложением отдельных слоев. Это достигается применением каскадного метода заполнения разделки (рис.3, *б*), или заполнения разделки горкой (рис.3, *в*).

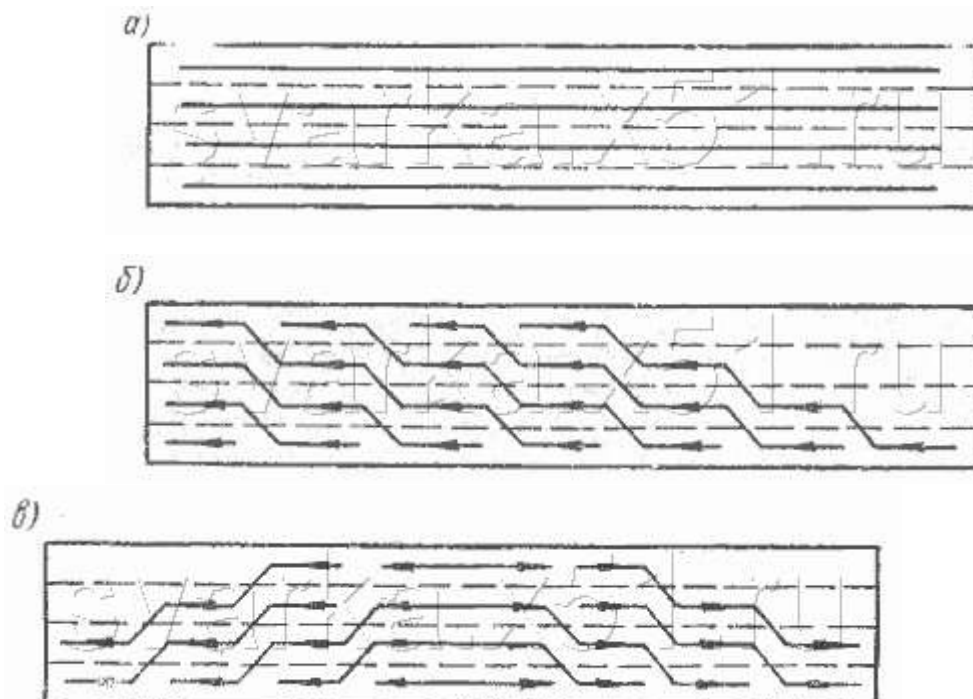


рис.3. Способы заполнения разделки по длине

a — на проход; *б* — каскадный; *в* — горкой

При каскадном способе заполнения разделки весь шов разбивается на короткие участки, и сварка осуществляется таким образом, что по окончании сварки слоя на данном участке, не останавливаясь, продолжают выполнение следующего слоя на соседнем участке и т. д., как это схематично представлено на рис.3, *б*. При этом каждый последующий слой накладывается на не успевший еще остыть металл предыдущего слоя.

Сварка горкой является разновидностью каскадного способа. Обычно сварка горкой ведется от середины шва к краям одновременно двумя сварщиками, как это схематично представлено на рис.3, *в*.

Если по окончании шва сразу оборвать дугу, то образуется незаполненный металлом кратер, который ослабляет сечение шва и может явиться началом

образования трещин. Поэтому при окончании шва всегда должна производиться заварка кратера, которая осуществляется сваркой в течение некоторого времени без перемещения электрода вдоль свариваемых кромок, а затем постепенным удлинением дуги до ее обрыва.

Задание:

- 1 На формате А4 схематично изобразите заполнение швов по сечению и способ сварки деталей толщиной 4мм, длиной 200мм.
- 2 На формате А4 схематично изобразите заполнение швов по сечению и способ сварки деталей толщиной 8мм, длиной 600мм.
- 3 На формате А4 схематично изобразите заполнение швов по сечению и способ сварки деталей толщиной 16мм, длиной 1200мм.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6

Тема 1.1. Основы технологии сварки

Изучение обозначения сварных швов и соединений

Цель работы: систематизировать знания и умения при чтении условных обозначений сварных швов на чертежах.

Оборудование и дидактические материалы: чертежи деталей и сборочные чертежи

Краткие теоретические сведения.

В соответствии с ГОСТ 2.312-72 видимый шов сварного соединения на чертеже деталей изображают сплошной основной линией, невидимый - штриховой. Единичную сварную точку обозначают знаком «+». От изображения шва или единичной точки проводят линию выноски, заканчивающуюся односторонней стрелкой. На полке линии-выноски приводят условное изображение сварного шва (рис. 1,2).

Условное изображение сварных швов в общем случае должно содержать следующее:

1. Вспомогательные знаки из группы:

 - шов выполняется при монтаже изделия;

 - шов по замкнутой линии;

 - шов по незамкнутой линии.

2. Обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений, например:

а) ГОСТ 5264-80 — основные типы и конструктивные элементы швов, выполненных ручной дуговой сваркой;

б) ГОСТ 8713-79 - то же, что и ГОСТ 5264-80, но швы выполнены автоматической или полуавтоматической сваркой под флюсом;

в) ГОСТ 11533-75 — основные типы, конструктивные элементы и размеры швов при расположении свариваемых элементов под острыми и тупыми углами; швы выполнены автоматической или полуавтоматической сваркой под флюсом;

г) ГОСТ 11534-75 - то же, что и ГОСТ 11533-75, швы выполнены ручной дуговой сваркой;

д) ГОСТ 15878-79 — соединения, выполненные контактной сваркой.

3. Обозначение шва, состоящее из буквы, обозначающей вид соединения, и цифры, обозначающей форму подготовки кромок (с отбортовкой, без отбортовки, со скосом), например, С8 - шов стыкового, У4 - углового, Т8 - таврового, Н2 - нахлесточного соединений. В табл. 4 приведена выборка буквенно-цифровых обозначений швов.

4. Условное обозначение способа сварки. (А — автоматическая, П — механизированная под флюсом, П-3 — механизированная плавящимся электродом в защитных газах; Ш — электрошлаковая и др.),

5. Знак ∇ и размер катета шва.

6. Условное обозначение и цифровые характеристики прерывистого шва с цепным расположением отдельных элементов выполняется знаком « / », а для прерывистого шва с шахматным расположением элементов знаком « Z ».

7. Дополнительные вспомогательные знаки:

- усиление шва снять;

-наплывы и неровности обработать с плавным переходом к основному металлу;

- - шероховатость поверхности шва после механической обработки.

Примеры условных обозначений сварных швов приведены на рис. 1

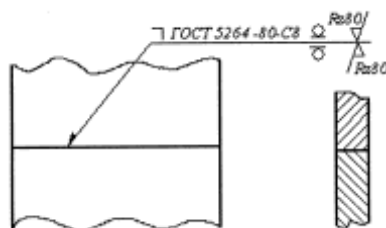


Рис. 1 Шов выполнен при монтаже (∇) ручной дуговой сваркой по ГОСТ 5264-80, тип шва)С9),

усилие шва снято с двух сторон обработкой резанием (\odot), шероховатость обработанной поверхности

с лицевой стороны ∇ Rz80, с обратной стороны ∇ Rz80 мкм.

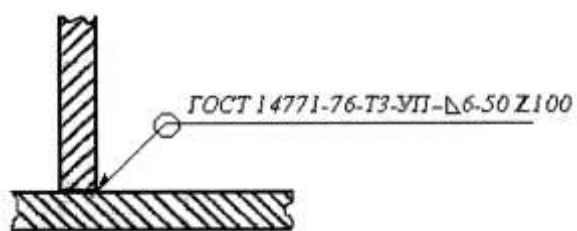
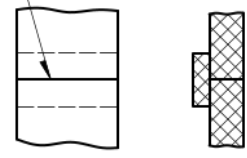
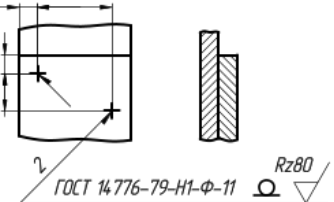

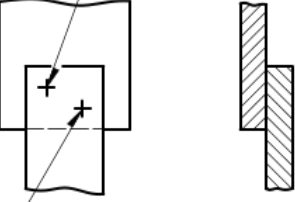
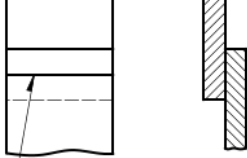
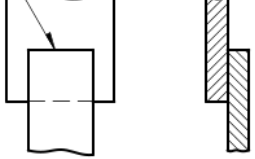


Рис. 2 Шов выполнен по замкнутой кольцевой линии (О), сварка в защитном газе по ГОСТ 14771-76, соединение тавровое двустороннее без разделки кромок (ТЗ), в углекислом газе плавящимся электродом (УП), катет шва 6мм ($\Delta 6$), шов прерывистый с длиной проваренных участков 50мм (50), с шахматным расположением (Z), с шагом 100мм (100).

Порядок выполнения работы

1. Расшифровать и заполнить таблицу.

№ п/п	Условное обозначение шва на чертеже	Характеристика шва
1		
2		
3		
4		

5	<p>ГОСТ 16310-80-СЗ-Г</p> 	
6	 <p>ГОСТ 14776-79-Н1-Ф-11 $Rz80$</p>	
7	<p>ГОСТ 14806-80-Т3-РМНн- $\nabla 6-50Z100$</p> 	
8	 <p>ГОСТ 15878-79-КТ-5</p>	
9	 <p>ГОСТ 15878-79-Кш-6x50/100</p>	
10	<p>ГОСТ 14806-80-Н1-ПМП $\nabla 5$</p> 	

2. Прочтите чертеж (рис.3).

2.1 Прочитать основную надпись чертежа (соединение сваркой, масштаб, марка)

2.2. Какие виды, разрезы даны на чертеже (фронтальный разрез)

- 2.3. По спецификации разобрать количество деталей входящих в сборочную единицу (4)
- 2.4. Расшифровать условное обозначение сварных швов.
- 2.5. Расшифровать G1 ½
- 2.6. Указать габаритные размеры сварного соединения(200, 530)

3. Прочтите чертеж (рис. 4).

- 1. Письменно ответьте на следующие вопросы к чертежу.
- 2. Как называется деталь?
- 3. Из какого материала изготавливают деталь?
- 4. В каком масштабе выполнен чертеж?
- 5. Чему равна масса детали?
- 6. Как называются изображения, приведенные на чертеже (фронтальный разрез)?
- 7. Прочитать технические требования
- 8. Расшифровать условное обозначение сварных швов.

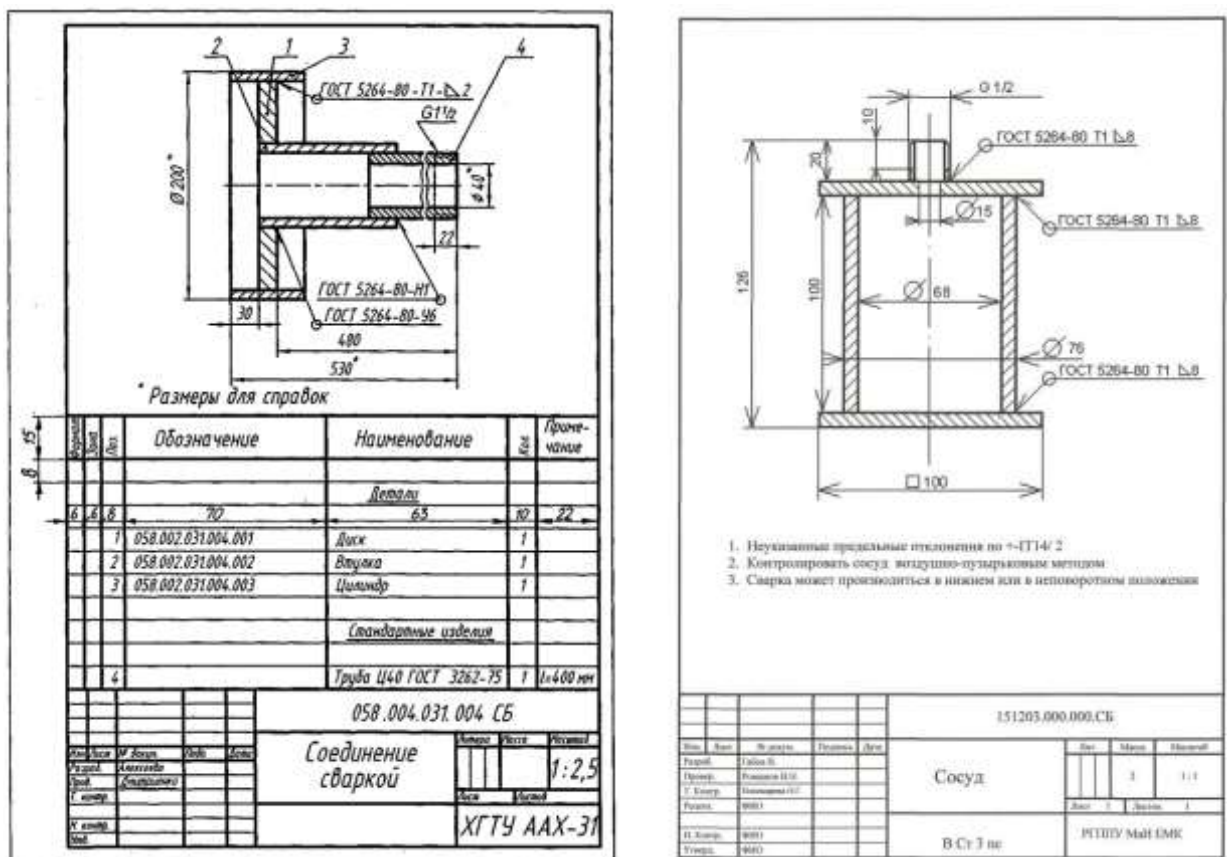


Рис. 3 Чертеж для чтения Рис. 4 Чертеж для чтения

Содержания отчёта

- 1.Расшифровать условные обозначения сварных швов и заполнить таблицу1.

2. Прочтите чертеж (рис.3).

2.1 Прочитать основную надпись чертежа.

2.2. Какие виды, разрезы даны на чертеже.

2.3. По спецификации разобрать количество деталей, входящих в сборочную единицу.

2.4. Расшифровать условное обозначение сварных швов.

2.5. Расшифровать G1 ½

2.6. Указать габаритные размеры сварного соединения.

3.Прочтите чертеж (рис. 4).


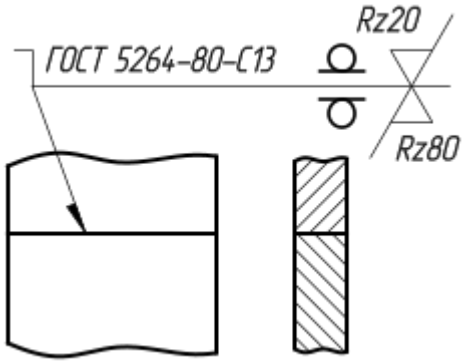
3.1.Письменно ответьте на следующие вопросы к чертежу.

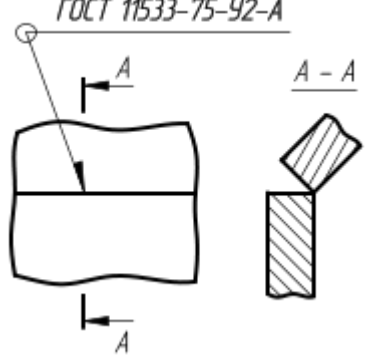
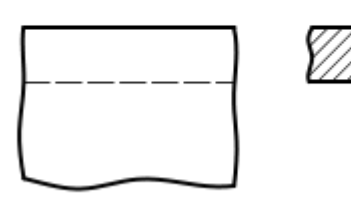
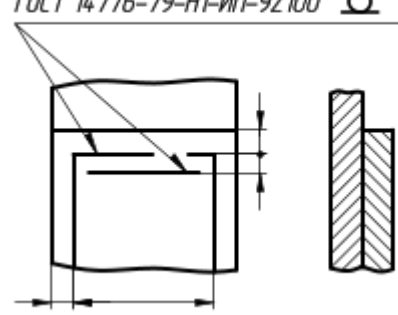
3.2.Как называется деталь?

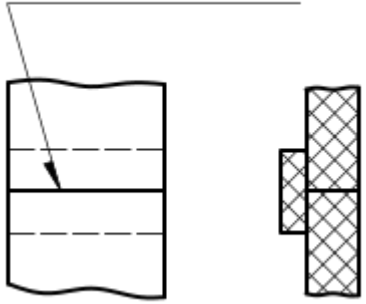
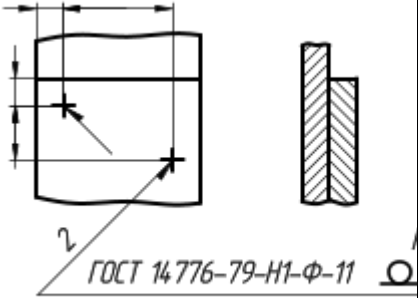

1. Из какого материала изготавливают деталь?
2. В каком масштабе выполнен чертеж?
3. Чему равна масса детали?
4. Как называются изображения, приведенные на чертеже (фронтальный разрез)?
5. Прочитать технические требования
6. Расшифровать условное обозначение сварных швов.

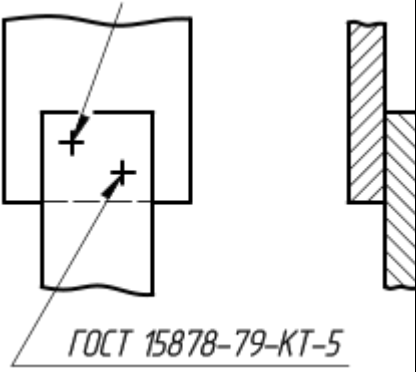
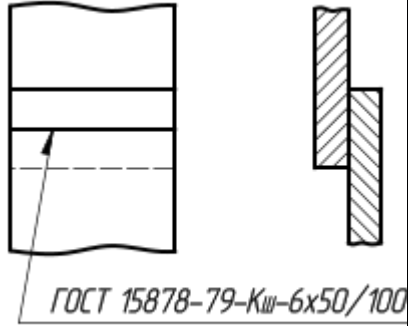

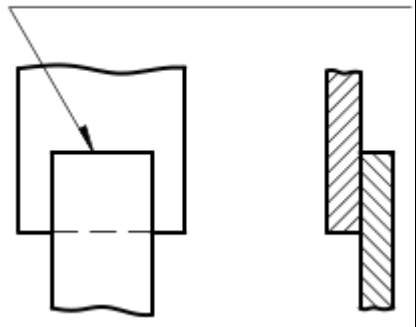
Контрольные вопросы:

1.Условное обозначение сварных швов в сварных конструкциях.

Характеристика шва	Поперечное сечение шва	Условное обозначение шва на чертеже	
		Шов с лицевой стороны	Шов с оборотной стороны
<p>Двусторонний шов стыкового сварного соединения с криволинейным скосом одной из кромок, выполняемый дуговой сваркой вручную при монтаже изделия. Усиление снято с обеих сторон. Значение шероховатости шва с лицевой стороны составляет Rz 20 мкм, а с оборотной стороны Rz 80 мкм.</p>			

<p>Двусторонний шов углового соединения без скоса кромок, который выполняется автоматической сваркой по замкнутой линии с подачей флюса.</p>		<p>ГОСТ 11533-75-У2-А</p> 	
<p>Сварной шов углового соединения со скосом прилегающих кромок, выполняемый электрошлаковой сваркой с проволочным электродом. Катет шва равен 22 мм.</p>		<p>ГОСТ 15164-78-У2-ШЗ-△ 22</p> 	
<p>Соединение, выполняемое дуговой сваркой внахлестку точечным швом, в инертном газе с применением плавящегося электрода. Расчетный диаметр точки составляет 9 мм. Расположение точек в шахматном порядке с шагом 100 мм. Шероховатость должна соответствовать Rz 40 мкм. Усиление снять.</p>		<p>ГОСТ 14776-79-Н1-ИП-92100</p> <p>Rz40</p> 	

<p>Односторонний шов соединения встык без скоса кромок, выполненный на оставляемой подкладке с использованием нагретого газа и присадки.</p>		<p>ГОСТ 16310-80-СЗ-Г</p> 	
<p>Соединение одиночными сварными точками, выполняемое дуговой сваркой с использованием флюса. Диаметр электрозаклёпки равен 11 мм. Усиление должно быть снято. Шероховатость обработанной поверхности должна соответствовать Rz 80 мкм.</p>		 <p>ГОСТ 14776-79-Н1-Ф-11</p>	
<p>Двусторонний шов таврового соединения без скоса кромок, выполняемый в шахматном прерывистом порядке, ручной дуговой сваркой в защитных газах неплавким электродом по замкнутой линии. Катет шва равен 6 мм. Длина провариваемого участка 50 мм с шагом 100 мм.</p>		<p>ГОСТ 14806-80-ТЗ-Р1Нп-△</p> 	

<p>Соединение внахлестку, образуемое одиночными сварными точками, выполняется контактной точечной сваркой. Расчетный диаметр используемой точки 5 мм.</p>		 <p>ГОСТ 15878-79-КТ-5</p>	
<p>Прерывистый шов соединения внахлестку, выполняемый специальной контактной шовной сваркой. Длина провариваемого участка 50 мм с шагом 100 мм при ширине шва 6 мм.</p>		 <p>ГОСТ 15878-79-Кш-6x50/100</p>	
<p>Односторонний шов соединения внахлестку без скоса кромок, выполняется полуавтоматической дуговой сваркой в защитных газах плавким электродом. Шов проваривается по незамкнутой линии с катетом 5 мм.</p>		<p>ГОСТ 14806-80-Н1-ПМП $\nabla 5$ </p> 	

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7

Тема 1.2. Сварочное оборудование для дуговых способов сварки

Изучение устройства и принципа работы сварочного трансформатора.

Цель работы: формирование способности и готовности использовать теоретические знания конструктивных элементов и принципа работы сварочного трансформатора.

Ход занятия

1. Повторить теоретический материал.
2. Записать задание.

3. Ответить на вопросы для самопроверки.

Теоретические сведения

Трансформатор предназначен для преобразования переменного напряжения одной величины в переменное напряжение другой величины.

В большинстве случаев трансформатор состоит из замкнутого магнитопровода (сердечника) с расположенными на нем двумя катушками (обмотками) электрически не связанных между собой. Магнитопровод изготавливают из ферромагнитного материала, а обмотки мотают медным изолированным проводом и размещают на магнитопроводе.

Одна обмотка подключается к источнику переменного тока и называется первичной (I), с другой обмотки снимается напряжение для питания нагрузки, и обмотка называется вторичной.



Рис.1 Трансформатор

Задания:

- Описать конструктивные элементы трансформатора и принцип работы
- Ответить на вопросы для самопроверки.

Вопросы для самопроверки

1. Дать определение трансформатору.
2. Из какого материала изготавливают магнитопровод?
3. Перечислите, где находятся заземления на трансформаторе?
4. Перечислите виды обмоток?

5. Что такое диапазоны токов?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8

Тема 1.2. Сварочное оборудование для дуговых способов сварки

Изучение устройства и принципа работы инверторного выпрямителя.

Цель работы: формирование способности и готовности использовать теоретические знания устройства и принципа работы инверторного выпрямителя.

Теоретические сведения

Традиционные сварочные аппараты с неизменными трансформаторами огромных размеров постепенно уходят в прошлое. Вместо них теперь появились компактные сварочные инверторы. Они удобны в работе, их могут использовать даже начинающие. Для того чтобы выяснить, что это за устройство, нужно рассмотреть конструкции и принцип работы инвертора сварочного.

О конструкции

Аппарат отличается от традиционных и более привычных каждому сварщику трансформаторов.

В инверторе процессы преобразования рабочего тока происходят иначе. Эти процессы протекают поэтапно при помощи небольшого трансформатора, габариты которого чуть больше пачки сигарет. Еще одно отличие – это электронная система управления. Она позволяет облегчить процесс сварки. Благодаря электронной системе формируются качественные швы.

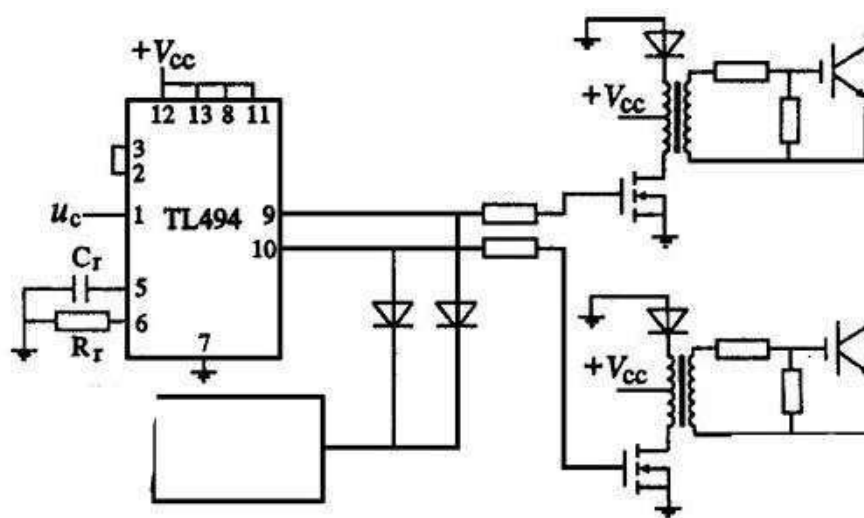
Общий принцип работы

Вначале входные токи с напряжением 220 В с переменной частотой протекают через выпрямитель и затем преобразуются в постоянные. Дополнительно ток сглаживается при помощи фильтра. Зачастую в качестве него используется традиционная схема на основе электролитических конденсаторов. Далее постоянное напряжение и ток проходят через полупроводниковый модулятор, где снова превращаются в переменное, но с более высокими частотами. В разных моделях этот показатель отличается, но не превышает 100 кГц. Затем ток снова выпрямляется и напряжение понижается до значения, необходимого для сварки металлов. Принцип работы инвертора сварочного основан на высокочастотных преобразователях. Наличие этих узлов позволяет использовать небольшие трансформаторы, за счет чего в значительной мере уменьшилась масса агрегата. К примеру, чтобы инверторный сварочный аппарат смог выдавать ток в 160 Ампер, трансформатор должен весить не более 250 грамм. Для достижения такого же результата с применением традиционного аппарата трансформатор имел бы минимальную массу в 18 килограмм. Это очень неудобно. Управляющий блок – главное преимущество инверторных сварочных аппаратов. Очень важную роль в работе этого оборудования играет электроника. За счет нее осуществляется обратная связь. Это помогает полностью контролировать электрическую дугу, при необходимости регулировать или удерживать ее параметры на нужном уровне.

Малейшее отклонение характеристик дуги мгновенно считывается при помощи микропроцессоров. Такой принцип работы инвертора сварочного аппарата и наличие электронного блока управления гарантируют электрическую дугу с максимально стабильными характеристиками. Это в итоге увеличивает качество сварочных работ.

Принципиальная схема

В выпрямителе переменный ток с частотой 50 Гц и напряжением 220 Вольт проходит через мощный диодный мост. Пульсации тока с переменной частотой сглаживаются благодаря наличию в схеме электролитических конденсаторов. В процессе работы диодный мост подвержен перегреву, поэтому на диоды установлены радиаторы. Кроме того, инвертор оснащается термическим предохранителем. Он срабатывает, если диоды нагрелись до 90 градусов. Термопредохранитель надежно защищает диоды. Рядом с диодным мостом можно увидеть достаточно габаритные мощные конденсаторы. Емкость их может колебаться от 140 до 800 мкФ. Также в схеме обязательно присутствуют фильтры, которые не допускают в процессе работы каких-либо помех.



Непосредственно сам инвертор построен на двух мосфетах. Это мощные транзисторы. Они имеют свойство сильно нагреваться, поэтому оснащаются радиатором. Такие полупроводниковые элементы решают задачу коммутации токов, проходящих через импульсный трансформатор. Рабочие частоты здесь могут превышать несколько тысяч кГц. В итоге этого генерируется ток с переменной высокой частотой. Транзисторы должны быть стойкими к перепадам напряжения. Производители оснащают устройства специальными защитными цепями. Зачастую они собираются на основе схемы на резисторах и конденсаторах. Дальше в дело вступает вторичная обмотка на понижающем трансформаторе. На ней небольшие напряжения – до 70 Вольт. А вот сила тока может составлять 130-140 Ампер.

Выходной выпрямитель

Для того чтобы на выходе сформировались постоянный ток и напряжение, применяют надежные выходные выпрямители. Данная схема собирается на основе двойных диодов, у которых есть общий катод. Эти элементы отличаются высокой скоростью работы, они мгновенно открываются и быстро закрываются. Время реакции таких диодов составляет около 50 наносекунд. Такая скорость работы очень важна.

Диодам приходится работать с токами высоких частот, обыкновенные полупроводниковые элементы с такой задачей не справляются. У них просто не хватало бы скорости при переключении. В случае ремонта, даже зная устройство

сварочного инвертора, принцип действия, диоды эти рекомендуется менять на элементы с такими же характеристиками.

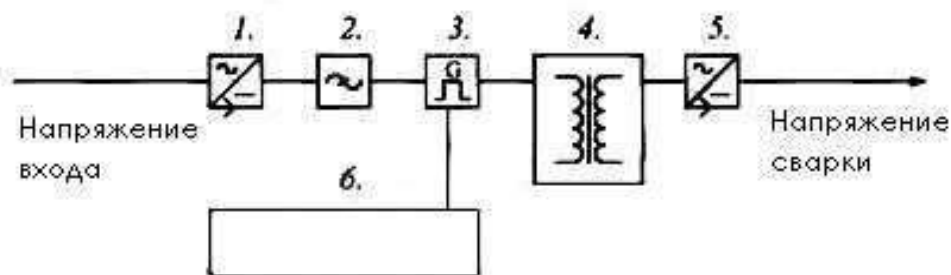
Устройство и работа электронной системы

Она получает питание от стабилизаторов напряжения, рассчитанных на 15 Вольт. Данные элементы установлены на радиаторах. Питающее напряжение для платы поступает от главного выпрямителя. Когда подается напряжение, первым делом заряжаются конденсаторы. Напряжение в этот момент растет. Для защиты диодной сборки использована ограничительная схема с мощным резистором. Когда конденсаторы полностью зарядятся, сварочный аппарат начнет свою работу. Замыкаются контакты реле, а резистор уже не будет участвовать в процессе.

Дополнительные узлы и системы

Устройство и принцип работы сварочного инвертора подразумевают наличие прочих систем и узлов, которые обеспечивают устройству такие высокие эксплуатационные качества. Так, можно выделить систему управления, а также драйверы. Основным элементом здесь выступает микросхема ШИМ-контроллера. Она обеспечивает управление действием мощных транзисторов. Также в устройстве есть различные контрольные, а также регулировочные цепи. В этом случае главным элементом является трансформатор. Он нужен для контроля силы и других характеристик тока после выходного трансформатора.

Принцип действия инвертора сварочного также подразумевает наличие системы для контроля напряжения и характеристик токов на выходе в питающей сети. Данный блок состоит из операционного усилителя на базе микросхемы. Главное назначение системы – запуск режима аварийной защиты в случае острой необходимости. Также она призвана следить за работой и исправностью электронного блока.



- | | |
|-----------------------------------|---------------------------------------|
| 1) Первичный сетевой выпрямитель. | 4) Сварочный импульсный трансформатор |
| 2) Фильтр сети. | 5) Силовой выпрямитель. |
| 3) Частотный преобразователь | 6) Управляющий модуль |

Рис.1 Принцип работы инвертора.

Принцип работы любого сварочного аппарата построен на преобразовании переменного тока напряжением 220В или 380В с частотой 50 Гц в постоянный рабочий параметр с соответствующими характеристиками по напряжению холостого хода, рабочему параметру, а также подающей вольтамперной характеристике.

Однако принцип работы рассматриваемого сварочного инвертора отличается от сварочных выпрямителей, которые основаны на диодно мостовых схемах

сварочных выпрямителей. В том случае, если на обыкновенных выпрямителях производится однократное выпрямление переменного рабочего параметра после понижающего трансформатора, то в случае с использованием сварочного инвертора применяется многократное преобразование по напряжению, частоте, а также выпрямлению. Разумеется, что качественные технические параметры выпрямленного тока производятся выше.

Принцип работы рассматриваемого сварочного аппарата разбирается на основании работы последовательного инвертора. На рисунке находится изображение структурной схемы. Глядя на изображение схемы, можно понять, что нагрузочные сопротивления, а также коммутационные элементы (ёмкостные, индукционные) включаются в последовательную цепь. Управляющий модуль строится на работе 2 тиристоров.

Преобразованием переменного сварочного тока занимается первичный сетевой выпрямитель, после чего постоянный ток проходит на фильтр, при этом показатель напряжения остается неизменным. Постоянный рабочий параметр сглаживается посредством сетевого фильтра, после чего производится его подача на частотный преобразователь для последующего преобразования в переменный высокочастотный параметр.

Частота сварочного тока может достигать пределов 50-100 кГц. Высокочастотный параметр подается на импульсный трансформатор, после чего сварочный трансформатор производит понижение рабочего параметра высокой частоты до предела напряжения холостого сварочного тока. Выпрямление высокочастотного рабочего параметра сварки производится на выходе рассматриваемого устройства во вторичном выпрямляющем блоке.

Силовой выпрямительный блок располагает сглаживающими ёмкостными фильтрами для последующего улучшения качественных показателей выпрямителей тока. В свою очередь, управляющий модуль производит контроль, а также изменение характеристик работы рассматриваемого инверторного аппарата.

Принцип работы практически любого сварочного инвертора, в том числе и преобразователя, заключается в области применения импульсного резонанса. Данное направление является новым в области электротехники, с появлением которого стало возможным уменьшение габаритов громоздких сварочных устройств, функционирование которых основано на классической электротехнике.

Структурная схема

Рисунок состоит из трех основных блоков:

1. На входе схемы располагается выпрямитель с ёмкостью, которая подключена параллельно. Относительно роли конденсаторов схемы, то они служат в качестве накопителей, с помощью которых появляется возможность поднимать напряжение постоянного тока до показателя 300В;
2. Модуля рассматриваемого аппарата, посредством которого постоянный ток преобразуется в высокочастотный переменный;
3. Выходного выпрямительного блока, преобразующего переменный ток после аппарата в постоянный рабочий параметр.

Разные решения модульного блока, который имеют принципиальные схемы инвертора, становятся доступными для понимания благодаря всматриванию в предоставленные схемы.

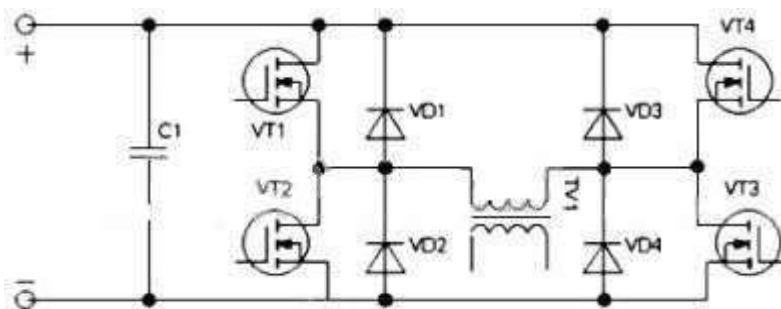


Рис.2 Двухконтактный модуль (мостовая схема)

Двухполярные импульсы в мостовом типе образуются за счет парной эксплуатации ключевых транзисторов (VT1-VT3; VT2-VT4), сквозь которые проходит половина тока от моста. Разумеется, показатель напряжения будет составлять половину от ёмкости «С».

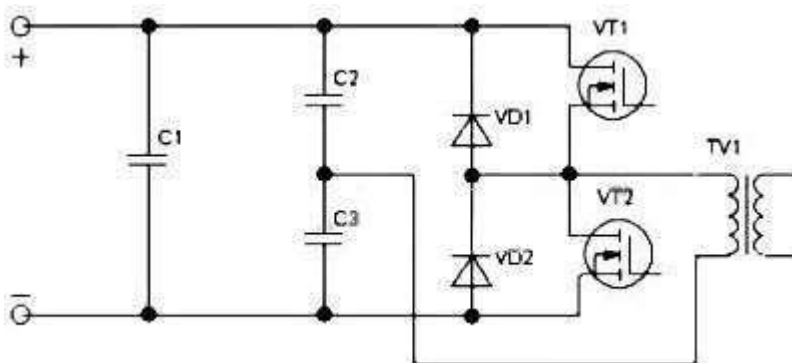


Рис.3 Двухконтактный модуль (полумостовая схема)

В этом случае полумостовой модуль снаряжен емкостным делителем на транзисторах, а также в первичной обмотке будет составлять 0,5 от значения на входе устройства. В результате этого при питании от выпрямителя на входе установки напряжение будет составлять 150В. Рисунок данной схемы при значительных рабочих токах используются мощные транзисторы. Потребление рабочего параметра сети повышено, если производить сравнение с полным мостом.

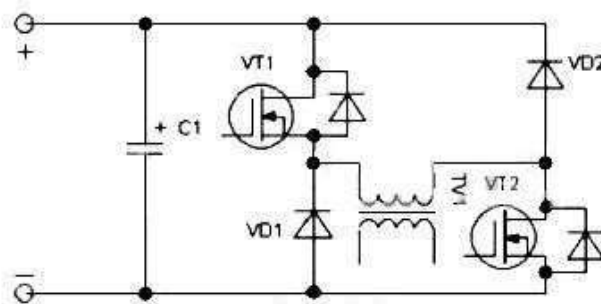


Рис.4 Инверторный модуль (косой полумост)

Задание:

Начертите схемы инверторных выпрямителей разных типов и опишите устройство и принцип работы.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №9

Тема 1.2. Сварочное оборудование для дуговых способов сварки

Изучение устройства и принципа работы сварочного генератора

Цель работы: Изучить устройство и принцип работы сварочного генератора.

Ход работы: -ознакомится с техническим паспортом сварочного генератора - ознакомится с техникой безопасности при работе сварочного генератора. -описать принцип работы сварочного генератора.

Теоретический материал

Сварочный генератор является источником постоянного тока, необходимого для ведения сварочных работ. Основной принцип работы сварочного генератора заключается в том, что он преобразовывает механическую энергию в электрическую. Основными частями конструкции сварочного генератора являются: статор с магнитными полюсами и якорь с обмоткой и коллекторами.

Принцип работы сварочного генератора.

Переменный электрический ток возникает в обмотке якоря в местах пересечения обмотки сварочного генератора с магнитными силовыми линиями, расположенными на полюсах статора. Далее этот ток поступает на коллекторы, где и происходит преобразование переменного тока в постоянный. Затем постоянный ток попадает на угольные щетки, плотно прижатые к коллекторам, а со щеток уходит на зажимы, к которым присоединяются сварочные провода, ведущие к электроду.

В состав каждого генератора входит намагничивающаяся обмотка возбуждения. Питание обмотки может производиться двумя путями

- от независимого источника – такой генератор является аппаратом с независимым возбуждением;

- от самого генератора – это генератор с самовозбуждением.

Любой генератор может работать в различных режимах. Изменение режима работы генератора можно произвести путем плавного изменения тока намагничивания.

Кроме того, важной конструктивной частью любого генератора является последовательная обмотка возбуждения, характеризующаяся небольшим количеством витков. Эта обмотка последовательно подключается к дуге и питает ее током – то есть, сила тока в этой обмотке равна силе тока в сварочной дуге. Особенностью последовательной обмотки является то, что она разделена на отдельные секции. Благодаря этому она может работать не только вся целиком, но и частично.

Главные эксплуатационные преимущества сварочных генераторов:

- - компактность, мобильность;
- - высокая надежность, функциональность;
- - небольшой уровень шума;
- - работа в сложных условиях и в режиме высоких нагрузок;
- - удобный, недорогой и независимый источник питания;
- - продолжительная эксплуатация в автономном режиме;
- - стабильная генерация электротока с определенными параметрами.

В зависимости от технических и функциональных характеристик, выделяют следующие типы сварочных генераторов:

1. Трансформаторы – удобные в работе и компактные агрегаты, выдающие переменный ток и отличающиеся доступной стоимостью.

2. Выпрямители – станции, предназначенные для производства постоянного тока. Это оборудование используется для получения качественных сварочных швов и обработки деталей из нержавеющей стали.

3. Инверторы – устройства с функцией высокоточной настройки рабочих параметров.

Чаще всего применяются для сваривания в автоматическом или аргодуговом режиме. Сварочные генераторы, классифицируемые по виду используемого топлива на:

- - Бензиновые Эти установки характеризуются небольшой мощностью и доступной ценой. Они непригодны для длительных работ в сложных условиях, но считаются наилучшим решением для периодического применения в быту. Отличаются оптимальными габаритами и малым весом, при работе производят мало шума, не загрязняют окружающую среду.

- - Дизельные Главные характеристики таких агрегатов – высокая надежность в эксплуатации и солидный спектр мощностей. Благодаря этому дизельные установки отличаются значительным рабочим ресурсом и возможностью функционирования при низкой температуре, а, следовательно, и более высокой рыночной стоимостью. Но их эксплуатация обходится значительно дешевле, чем оборудования, работающего на бензине

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №10

Тема 1.2. Сварочное оборудование для дуговых способов сварки

Характеристика вспомогательных устройств для источников питания сварочной дуги.

Цель работы: формирование способности и готовности использовать теоретические знания для определения специальных функций специализированных источников питания.

Теоретические сведения

Одной из важнейших характеристик источника питания сварочной дуги является *внешняя статическая (вольт-амперная) характеристика*.

Внешней статической характеристикой называется кривая, показывающая зависимость между напряжением дуги и величиной сварочного тока. В зависимости от назначения различные источники питания обладают различными внешними характеристиками.

Условно внешние характеристики подразделяются на крутопадающие или пологопадающие (ПВХ), и жесткие или пологовозрастающие (ЖВХ). Вид внешних характеристик обычно связан с особенностями сварочного процесса, для которого предназначен источник.

Требования к виду внешних характеристик определяются такими показателями сварочного процесса, как:

- тип электрода (плавящийся, неплавящийся);
- характер среды, в которой происходит сварка (открытая дуга, дуга под флюсом, в защитных газах);
- степень механизации процесса (ручная, полуавтоматическая, автоматическая сварка);
- способ регулирования режима горения дуги (саморегулирование, автоматическое регулирование напряжения дуги).

Так, для ручной дуговой сварки покрытыми штучными электродами, аргодуговой сварки вольфрамовым электродом, механизированной сварки под

флюсом на автоматах с регулированием скорости подачи электродной проволоки в зависимости от напряжения дуги используются ПВХ (рис 1, а). При ПВХ источник работает в режиме регулятора сварочного тока. При этом, сварочный ток может регулироваться в заданном диапазоне от минимального I_{21} до максимального I_{22} значения, плавно или ступенями. По технологическим (сварочным) и экономическим соображениям наиболее часто используется плавно-ступенчатое регулирование, когда две (или более) ступени регулирования сочетаются с плавным регулированием тока внутри каждой ступени. Регулирование сварочного тока при ПВХ производится при приблизительном постоянстве напряжения холостого хода U_{20} . Часто при плавно-ступенчатом регулировании переход на ступень малых токов сопровождается повышением напряжения холостого хода U'_{20} .

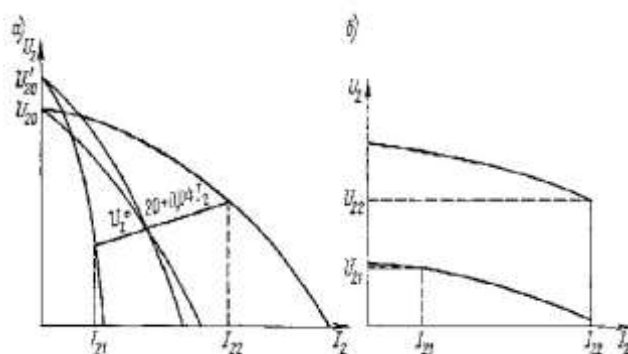


Рис 1. Внешние вольт-амперные характеристики.

Каждому виду сварки соответствует определенная крутизна наклона ПВХ. Так, например, наиболее крутые характеристики используются для аргонодуговой сварки, более пологие - для ручной сварки штучными электродами, еще более пологие - для автоматической и полуавтоматической сварки под флюсом.

Регулирование длины дуги в процессе сварки при ПВХ осуществляется рукой сварщика или системой регулирования длины дуги сварочного автомата.

Для сварки в защитных газах с применением тонких электродных проволок требуется источник питания с жесткими, т.е горизонтальными или пологовозрастающими характеристиками (рис 1, б).

Источник питания при ЖВХ работает как регулятор напряжения. Рабочее напряжение регулируется в заданных пределах от минимального до максимального значения, причем диапазон регулирования его выбирается в строгом соответствии с заданным диапазоном сварочного тока. Регулирование напряжения при ЖВХ также может быть плавным, ступенчатым и смешанным. Значение сварочного тока определяется скоростью подачи электродной проволоки, а источник питания задает напряжение дуги и обеспечивает саморегулирование длины дуги.

В сварочных трансформаторах для сварки под флюсом, рабочее напряжение (в вольтах) и сварочный ток связаны соотношением:

для сварочных трансформаторов на номинальный ток

$$1000 \text{ A } U_2 = 19 + 0,037 \times I_2$$

для трансформаторов на номинальный ток

$$2000 \text{ A } U_2 = 13 + 0,0315 \times I_2$$

Известно, что скорость нарастания напряжения на дуговом промежутке (при обрыве сварочного тока в предыдущем полупериоде) определяется его

проводимостью. При этом происходит своеобразное саморегулирование процесса повторного зажигания: чем быстрее убывает проводимость, тем больше скорость нарастания напряжения.

При полном разрыве сварочной цепи напряжение на электродах должно мгновенно возрасти до текущего значения напряжения холостого хода сварочного трансформатора.



Рис.2 Вольт-амперные характеристики сварочных выпрямителей типа ВД

Сварочные выпрямители с жесткими характеристиками и регулируемые трансформатором (рис. 2).

В сварочных выпрямителях типа ВД используется ступенчатое регулирование напряжения – переключением числа витков обмоток.

Сварочные выпрямители с дросселем насыщения

За счет дросселя снижается скорость увеличения сварочного тока и его пиковое значение при возбуждении дуги, а также уменьшается разбрызгивание расплавленного металла при сварке плавящимся электродом (проволокой).

Дроссель насыщения применяется в конструкциях выпрямителей, формирующих как падающие, так и жесткие характеристики.



Рис.3 Регулирование вольт-амперных характеристик в сварочном выпрямителе ВДГ-302

Плавное регулирование в пределах каждой ступени выполняется трехфазным симметричным дросселем насыщения, выполненным на шести попарно объединенных ленточных сердечниках. Первая ступень регулирования напряжения соответствует соединению фаз первичной обмотки «треугольником» с применением отводов, вторая ступень регулирования – соединению фаз обмоток

«треугольником» без отводов, третья ступень регулирования – соединению фаз обмоток с применением отводов «звездой» (рис.3).

ЗАДАНИЕ: По одному из вариантов выполните задание:

Вариант №1:

1. Графически изобразите вольт-амперную характеристику для ручной дуговой сварки плавящимся электродом, источник питания – сварочный трансформатор.
2. Заполните таблицу для крутопадающей вольт-амперной характеристики:

Способ сварки	Тип электрода	Характер среды, в которой происходит сварка	Степень механизации процесса	Способ регулирования режима горения дуги

Вариант №2:

3. Графически изобразите вольт-амперную характеристику для автоматической и полуавтоматической сварки под флюсом, источник питания – сварочный трансформатор.
4. Заполните таблицу для пологопадающей вольт-амперной характеристики:

Способ сварки	Тип электрода	Характер среды, в которой происходит сварка	Степень механизации процесса	Способ регулирования режима горения дуги

Вариант №3:

1. Графически изобразите вольт-амперную характеристику для сварки в защитных газах, источник питания – сварочный выпрямитель с дросселем насыщения.
2. Заполните таблицу для жесткой вольт-амперной характеристики:

Способ сварки	Тип электрода	Характер среды, в которой происходит сварка	Степень механизации процесса	Способ регулирования режима горения дуги

Вариант №4:

5. Графически изобразите вольт-амперную характеристику для ручной дуговой сварки плавящимся электродом, источник питания – сварочный выпрямитель типа ВД.

6. Заполните таблицу для возрастающей вольт-амперной характеристики:

Способ сварки	Тип электрода	Характер среды, в которой происходит сварка	Степень механизации процесса	Способ регулирования режима горения дуги

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №11

Тема 1.2. Сварочное оборудование для дуговых способов сварки

Анализ внешней характеристики источника питания.

Цель работы: Приобрести знания и умения при построении ВАХ источников питания

Ход выполнения работы:

1. Ознакомление с теоретическими сведениями
2. Изучить и начертить основные типы внешних характеристик источников питания для дуговой сварки: крутопадающую, пологопадающую, жесткую, возрастающую.
3. Изучить и начертить вольтамперные характеристики сварочной дуги.
4. Ответить на контрольные вопросы

Теоретические сведения

Сварочной дугой называют дугу, представляющую собой мощный устойчивый электрический разряд, происходящий в газовой среде между электродом и изделием или между двумя электродами.

Она отличается выделением большого количества тепловой энергии и сильным световым излучением.

Одной из важнейших характеристик источника питания сварочной дуги является *внешняя* (вольтамперная) *характеристика*, представляющая собой зависимость между напряжением и силой тока при постоянной длине дуги (установившемся горении).

В зависимости от назначения источники питания имеют различные внешние характеристики (*рис.2*). Источник тока для ручной сварки обладает крутопадающей внешней характеристикой для маломощной дуги, при сварочном токе менее 50 А и плотности тока на электроде 10...12 А/мм². При автоматической сварке под флюсом внешняя характеристика пологая для повышения устойчивости процесса соответствует сварочным токам 50...1000 А и плотности тока на электроде 12...80 А/мм². Если же сварка ведется в защитных средах с применением тонких электродных проволок, источник тока должен иметь жесткую или пологовозрастающую характеристики с плотностью тока на электроде более 80 А/мм².

Важной характеристикой сварочной дуги является *статическая* (вольтамперная) *характеристика*.

Статической вольтамперной характеристикой дуги называется зависимость между падением напряжения в сварочной дуге от силы тока при постоянной длине дуги (установившемся горении).

Вольтамперная характеристика дуги (рис. 1.) имеет три области: *падающую, жесткую и возрастающую*. В области 1 (*до 100 А*) с увеличением тока напряжение значительно уменьшается. Это происходит в связи с тем, что при повышении тока увеличивается поперечное сечение, а, следовательно, и проводимость столба дуги. В области 2 (*100...1000 А*) при увеличении тока напряжение сохраняется постоянным, так как сечение столба дуги и площади анодного и катодного пятен увеличиваются пропорционально току. Область характеризуется постоянством плотности тока. В области 3 (*более 1000А*) увеличение тока вызывает возрастание напряжения вследствие того, что увеличение плотности тока выше определенного значения не сопровождается увеличением катодного пятна ввиду ограниченности сечения электрода. Дуга области 1 горит неустойчиво и поэтому имеет ограниченное применение. Дуга области 2 горит устойчиво и обеспечивает нормальный процесс сварки.

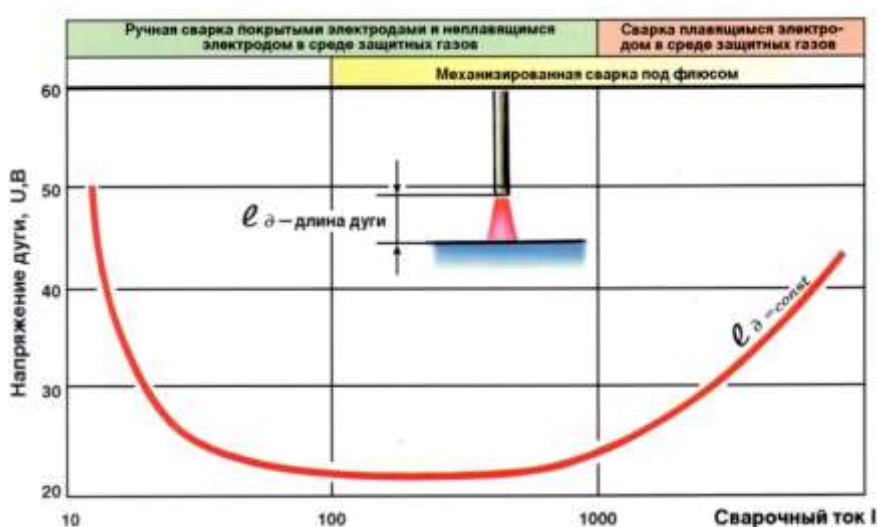


Рис. 1. Вольтамперная характеристика дуги

Напряжение, необходимое для возбуждения дуги, зависит от рода тока (постоянный или переменный), дугового промежутка, материала электрода и свариваемых кромок, покрытия электродов и ряда других факторов. Значения напряжений, обеспечивающих возникновение дуги в дуговых промежутках, равных 2...4 мм, находятся в пределах 40...70 В. Напряжение для установившейся сварочной дуги может быть определено по формуле

$$U_d = a + b l_d, \quad \text{где}$$

U_d — напряжение на дуге;

a — коэффициент, по своей физической сущности составляющий сумму падений напряжений в зонах катода и анода, В;

b — коэффициент, выражающий среднее падение напряжения на единицу длины дуги, В/мм;

l_d — длина дуги, мм.

Внешняя характеристика источника питания

Источники тока для питания сварочной дуги должны иметь специальную сварочную внешнюю характеристику.

Внешней характеристикой источника питания (ВАХ) называется зависимость между напряжением на его выходных клеммах и током в сварочной цепи.

Внешние характеристики (рис.2.) могут быть следующих основных видов: крутопадающая 1, пологопадающая 2, жесткая 3, возрастающая 4.

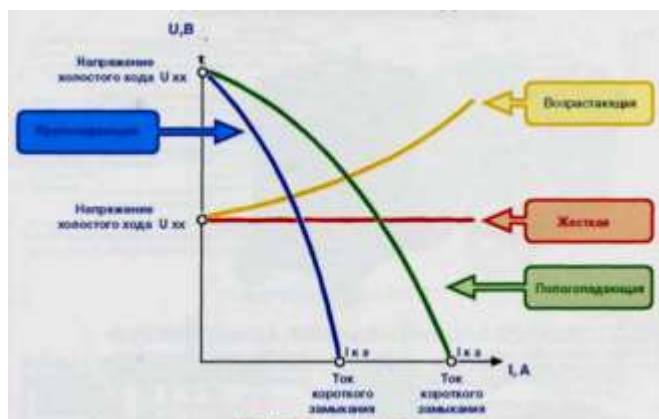
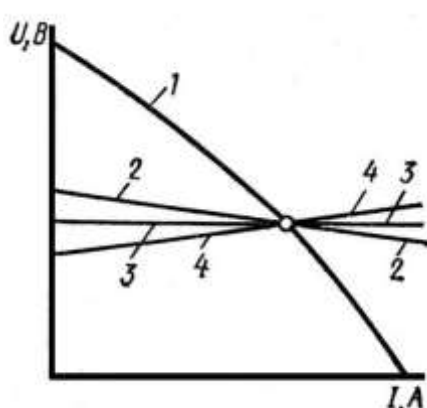


Рис.2. Основные типы внешних характеристик источников питания для дуговой сварки: 1 – крутопадающая, 2 – пологопадающая, 3 – жесткая, 4 – возрастающая

Источник тока с соответствующей внешней характеристикой выбирают в зависимости от вольтамперной характеристики дуги (рис. 1).

Участки 1 и 2 ВАХ (рис. 1) соответствуют режимам сварки, применяемым при ручной сварке плавящимся покрытым электродом, а также неплавящимся электродом в среде защитных газов.

Механизированная сварка под флюсом соответствует 2 области (рис. 1) и частично захватывает 3 область (рис. 1) при использовании тонких электродных проволок и повышенной плотности тока, сварка плавящимся электродом в защитных газах соответствует 3 области ВАХ (рис.1). Для питания дуги с падающей или жесткой ВАХ применяют источники питания с падающей или пологопадающей внешней характеристикой.

Для питания дуги с возрастающей ВАХ применяют источники тока с жесткой или возрастающей внешней характеристикой.

Для питания сварочной дуги применяют источники переменного тока (сварочные трансформаторы) и источник постоянного тока – сварочные генераторы с приводом от электродвигателя (сварочные преобразователи), сварочные генераторы с приводом от двигателя внутреннего сгорания (сварочные агрегаты) и полупроводниковые сварочные выпрямители.

Сварочные трансформаторы благодаря своим технико-экономическим показателям имеют преимущества по сравнению с источниками постоянного тока. Они проще в эксплуатации, долговечнее, обладают более высоким к.п.д.

Источники постоянного тока предпочтительнее в технологическом отношении: при их применении повышается устойчивость горения дуги, улучшаются условия сварки в различных пространственных положениях и др.

Основные технические показатели источников питания сварочной дуги: внешняя характеристика, напряжение холостого хода, относительная продолжительность работы (ПР) и относительная продолжительность включения (ПВ) в прерывистом режиме.

Величина $ПР$ определяется как отношение продолжительности рабочего периода источника питания к длительности полного цикла работы и выражается в процентах:

$$ПР = (t_p / t_{ц}) 100, \quad \text{где}$$

t_p – непрерывная работа под нагрузкой (сварка);
 $t_{ц}$ – длительность полного цикла (сварка + пауза).

Оптимальная величина $ПР$ принята 60 %.

Различие между $ПР$ и $ПВ$ состоит в том, что в первом случае источники питания во время паузы не отключаются от сети и при разомкнутой сварочной цепи работают на холостом ходу, а во втором случае источники полностью отключаются от сети, что имеет место при механизированной сварке.

Устойчивое горение дуги возможно при условии пересечения ее статической характеристики с внешней характеристикой источника, т.е. когда

$U_{дуги} = U_{ист}$. На (рис. 3) показана крутопадающая внешняя характеристика источника питания и пересекающие ее статические характеристики сварочной дуги различной длины. Точки пересечения характеризуют устойчивое горение дуги, т.к. $U_{дуги} = U_{ист}$. так для сварочной дуги длиной $l_d = 5$ мм устойчивое горение будет обеспечено при сварочном токе $I_{св} = 145$ А и $U_{ист} = 25$ В. В случае увеличения сварочного тока до

$I_{св} = 160$ А напряжение источника, как видно из графика, станет $U_{ист} = 18$ В меньше напряжения дуги, условие $U_{дуги} = U_{ист}$ не выполняется, однако при таком токе устойчивой будет дуга длиной $l_d = 3$ мм.

Из (рис.3) видно, что диапазон регулирования устойчивого режима сварки (тока и напряжения) для изменения длины дуги от 7 до 1 мм составляет для $I_{св} = 130...170$ А, для напряжения $U = 33...8$ В.

Другим показателем работы источника сварочного тока является продолжительность работы ($ПР$) или продолжительность включения ($ПВ$). Эти величины характеризуют повторно-кратковременный режим работы, на который рассчитаны источники питания.

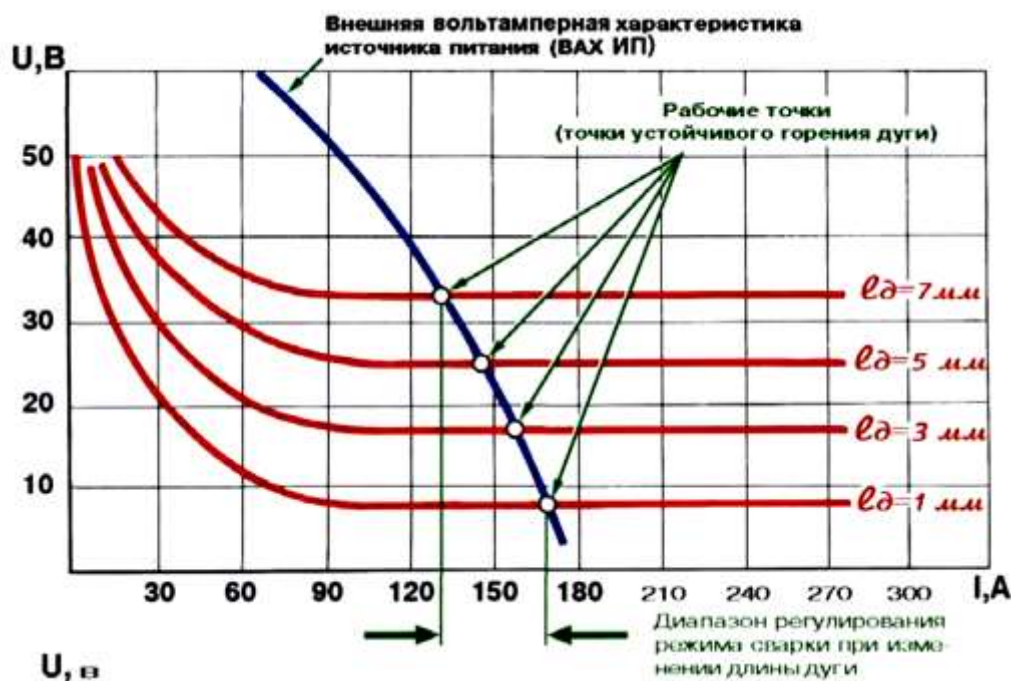


Рис.3 Вольтамперные характеристики сварочной дуги

Электрическая сварочная дуга при сварке покрытыми электродами является видом нагрузки, который отличается от других потребителей электроэнергии:

- для зажигания дуги нужно напряжение, значительно выше, чем для поддержания ее горения;
- дуга горит с перерывами, во время которых электрическая цепь или разрывается, или происходит короткое замыкание;
- во время горения дуги с изменением ее длины l_d (в пределах 0...20 мм) изменяется сопротивление, что приводит к изменению напряжения U_d (в пределах 20...40 В) и силы сварочного тока $I_{зв}$;
- **при коротком замыкании** (в моменты зажигания дуги и перехода капли расплавленного металла на изделие) **напряжение между электродом и изделием падает до нуля.**

Эти особенности дуги обуславливают такие **требования к источникам питания** (для ручной дуговой сварки):

1. **Напряжение холостого хода** должно быть в **два-три** раза выше напряжения дуги. Это необходимо для легкого зажигания дуги, в то же время оно должно быть безопасным для сварщика при условии выполнения им необходимых правил. Госстандарт устанавливает максимальное напряжение холостого хода $U_{х.х}$ не более **80В** - для источников питания **переменного тока** и **90 В** – для и.п. **постоянного тока**.
2. Необходимо, чтобы сила тока при коротком замыкании $I_{кз}$ была ограничена. Нормальный процесс дуговой сварки обеспечивается, если

$$I_{кз} / I_{зв} = 1,1...1,5 \quad (\text{в некоторых случаях} - 2)$$

3. Изменения напряжения дуги, происходящих в результате изменения ее длины, не должны вызывать существенного изменения силы сварочного тока, а, следовательно, изменения теплового режима сварки (необходимо, чтобы источник питания имел специальную форму внешней характеристики).
4. Время восстановления напряжения от **0 до 25 В** после короткого замыкания **не должно превышать 0,05 с**, что обеспечивает устойчивость дуги.
5. Необходимо, чтобы источник питания имел устройство для регулирования силы сварочного тока. Пределы регулирования тока должны быть **30 ... 130% от номинального сварочного тока**. Это необходимо для того, чтобы от одного источника питания можно было сваривать электродами различных диаметров. Всем указанным требованиям отвечают источники питания с крутопадающей внешней вольтамперной характеристикой (ВВАХ).

Контрольные вопросы:

1. Как называют источники переменного и постоянного сварочного тока?
2. Какую дугу называют сварочной?
3. Что характеризует внешняя характеристика источника сварочного тока?
4. Что характеризует статическая вольтамперная характеристика сварочной дуги?
5. Какова внешняя вольтамперная характеристика сварочного трансформатора?
6. Какова статическая вольтамперная характеристика сварочной дуги?
7. Как регулируют ток в сварочных трансформаторах, генераторов, выпрямителей?
8. Каково напряжение холостого хода сварочных трансформатора и генератора?

9. Каково напряжение горения дуги и короткого замыкания при ручной сварке?
10. Чем характеризуется режим работы источника питания сварочной дуги?
11. Что такое – прямая и обратная полярность сварочного тока?
12. Назначение балластного реостата?
13. Для каких целей предназначены осцилляторы?
14. Особенности инверторного источника питания сварочной дуги.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №12

Тема 1.2. Сварочное оборудование для дуговых способов сварки

Выбор режимов работы источников питания

Цель работы: изучение методов выбора проводов и кабелей для подключения электроприемников, выбора источников питания для электроснабжения групп электроприемников.

Теоретические сведения

Выбор проводов

Условие допустимого нагрева. В нормальном режиме нагрев провода или кабеля не должен превышать допустимого. Для этого выбор сечения кабелей производят по таблицам ПУЭ, в которых приводятся значения сечений и соответствующие им допустимые длительные токи $I_{дл_доп}$ для проводов и кабелей различных конструкций.

$$I_{доп.пров} \geq I_p ;$$

где I_p – расчетный ток линии;

Значения допустимых длительных токов указаны для определенных (нормальных) условий работы проводов и кабелей и их прокладки, При отклонении от этих условий значения допустимых длительных токов, приведенные в таблицах, должны быть умножены на приводимые в ПУЭ поправочные коэффициенты, учитывающие характер нагрузки (при повторно-кратковременном и кратковременном режиме работы ЭП), отклонение температуры окружающей среды от расчетной, количество совместно проложенных проводов и кабелей и тепловые характеристики грунта, в котором проложен кабель.

Условия обеспечения нормального напряжения на зажимах электродвигателей и других ЭП. В нормальном режиме сечение и длина кабеля должны обеспечивать отклонение напряжения на зажимах ЭП не более $\pm 5\%U_N$. Падение напряжения в проводе или кабеле определяется по выражению

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I_p \cdot L \cdot (r_{уд} \cos \varphi + x_{уд} \sin \varphi) \cdot 10^{-3} \cdot 100\% / U_N$$

где I_p - расчетный ток линии, А;

L – длина линии, м;

φ - угол нагрузки, градус;

$r_{уд}$, $x_{уд}$ - удельные активное и индуктивное сопротивления линии, мОм/м.

Все ЭП подключаются к источникам питания проводами, так как помещение цеха не относится к помещениям с взрывоопасной средой, то применяем провода с алюминиевыми жилами. Сечение проводов выбираем по условию допустимости нагрева расчетным током и проверяем по допустимому значению потерь напряжения.

Для одиночного ЭП в качестве расчетного тока принимается его номинальный ток. Поэтому провода для подключения ЭП выбираем по условию допустимости нагрева расчетным током и проверяем на допустимость потерь напряжения.

Рассмотрим выбор проводов для ЭП №1 и 2, у которых $P_N = 15 \text{ кВт}$,

$\cos\varphi = 0,6$. Определяем номинальный ток I_N как

$$I_N = P_N / (\sqrt{3} \cdot U_N \cdot \cos\varphi), \text{ А}$$

где U_N - номинальное напряжение сети.

$$I_N = 15 / (\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,6) = 27,6 \text{ А.}$$

Для прокладки выбираем четыре провода АПВ в трубе. По таблице длительно допустимых токов (табл.П2) для этого способа прокладки выбираем сечение $4 \times 6 \text{ мм}^2$ с длительно допустимым током 30 А , удельные сопротивления $R_{уд} = 5,55 \text{ мОм/м}$, $X_{уд} = 0,09 \text{ мОм/м}$ (табл.П3).

Проверяем по условию допустимости нагрева

$$I_{\text{доп.пров}} > I_p, 30 \text{ А} > 27,6 \text{ А.}$$

Проверяем по допустимости потери напряжения, длину линии определяем с плана цеха и принимаем ее равной $3,5 \text{ м}$.

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 27,6 \cdot 3,5 \cdot (5,55 \cdot 0,6 + 0,09 \cdot 0,8) \cdot 10^{-3} \cdot 100\% / 380 = 0,15\%.$$

Оба условия выполняются, поэтому для подключения ЭП №1 и 2 окончательно принимаем провод АПВ $4 \times 6 \text{ мм}^2$.

Выбор питающего кабеля

Для питания ШР от шин комплектной трансформаторной подстанции (КТП) используем кабель типа АВВГ с пластмассовой изоляцией с прокладкой на открытом воздухе. Выбор кабеля производится аналогично как для проводов.

По условию допустимости нагрева выбираем сечение $4 \times 50 \text{ мм}^2$ с длительно допустимым током 100 А , удельные сопротивления $R_{уд} = 0,63 \text{ мОм/м}$, $X_{уд} = 0,085 \text{ мОм/м}$.

$$I_{\text{доп.пров}} > I_p, 100 \text{ А} > 87,2 \text{ А.}$$

Значение расчетного тока линии, питающей ШР, приведено в таблице расчета электрических нагрузок. Проверяем по допустимости потери напряжения, длину линии от КТП до ШР принимаем равной 40 м . Значения $\cos\varphi$ и $\sin\varphi$ определяются исходя из значений расчетной активной и расчетной реактивной нагрузок ШР.

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 87,2 \cdot 40 \cdot (0,63 \cdot 0,8 + 0,085 \cdot 0,6) \cdot 0,001 \cdot 100\% / 380 = 0,88\%.$$

Оба условия выполняются, поэтому для подключения ШР окончательно принимаем кабель АВВГ $4 \times 50 \text{ мм}^2$

Порядок выполнения работы

1. Для заданной схемы цеха в практическом занятии «Расчет электрических нагрузок» выбрать источники питания.
2. Произвести проверку выбранных источников питания.

3. Выбрать провода и кабели.

Контрольные вопросы

1. Маркировка проводов и кабелей.
2. Условия выбора проводов и кабелей.
3. Когда выполняется выбор сечения провода или кабеля по уставке защитного аппарата?
4. В каких случаях для питания электроприемников следует использовать распределительные шкафы?
5. В каких случаях для питания электроприемников следует использовать шинопроводы?

МДК. 01.02 ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1

Тема 1.1. Технологичность сварных конструкций и заготовительных операций

Изучение типовых операций заготовительного производства

Цель работы: Ознакомиться с типовыми операциями заготовительного производства.

Задание №А.1.1

Выполните технологическую карту сборочного чертежа типовой сварной строительной конструкций по заданным условиям (чертёж прилагается в соответствии с № варианта сварной конструкции).

Инструкция по выполнению:

1. Определить порядок выполнения сборочных и сварочных операций, используя данные задания №8.1.
2. Составить схему последовательной сборки и проставить порядковые номера швам в соответствии со схемой сборки на эскизе (эскиз зарисовать).
3. Заполнить таблицу.
4. Выполнить анализ и записать вывод по итогам работы.

Технологическая карта

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

Тема 1.1. Технологичность сварных конструкций и заготовительных операций

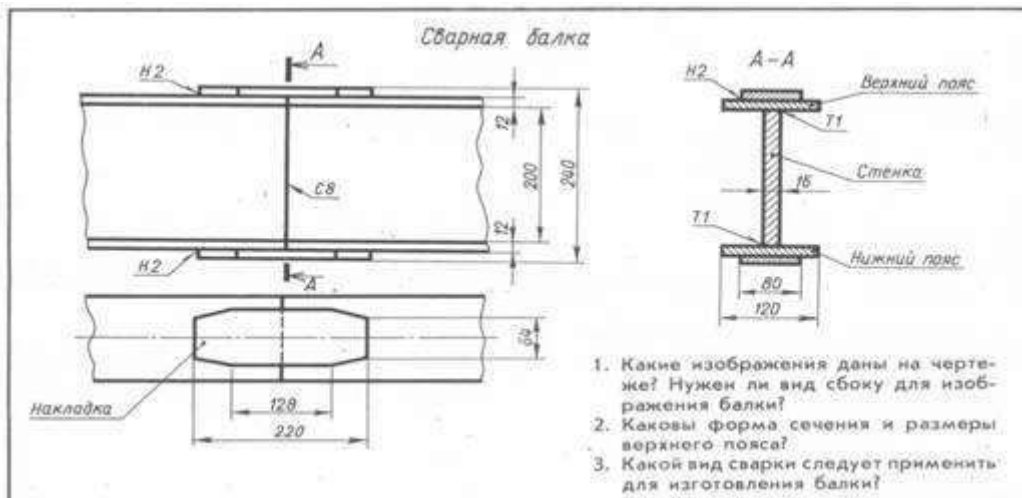
Изучение видов термической обработки сварных конструкций.

Цель работы: Ознакомиться с видами термической обработки сварных конструкций.

Задание № А.2.1

Подберите способы и технологию резки для сталей марки: Ст3пс; 35; 20ХГС; 40ХГМ.

2. Подберите способы и технологию резки для чугуна.
3. Подберите способы и технологию резки для цветных металлов и их сплавов. Обоснуйте свой выбор.



Формат	Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание

продолжить таблицу в соответствии с заданием

Задание № Б.2.2

Выполнение (эскиза) сборочного чертежа сварного изделия строительного элемента (три вида). Определение сварных соединений и сварных швов на чертеже по ЕСКД. Составление спецификации для сборочного чертежа сварной конструкции

Инструкция по выполнению:

1. Ознакомьтесь с чертежом сварной конструкции простой сложности (Чертеж задан № варианта).
2. Определите по чертежу: виды соединений, виды швов, количество деталей.
3. Выполните технический рисунок и эскизы деталей.

4. Нанесите номера позиций деталей.
5. Заполните бланк спецификации, записав позиции и наименования деталей, из которых состоит сварная конструкция.

Формат	Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание

продолжить таблицу в соответствии с заданием

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3

Тема 1.1. Технологичность сварных конструкций и заготовительных операций

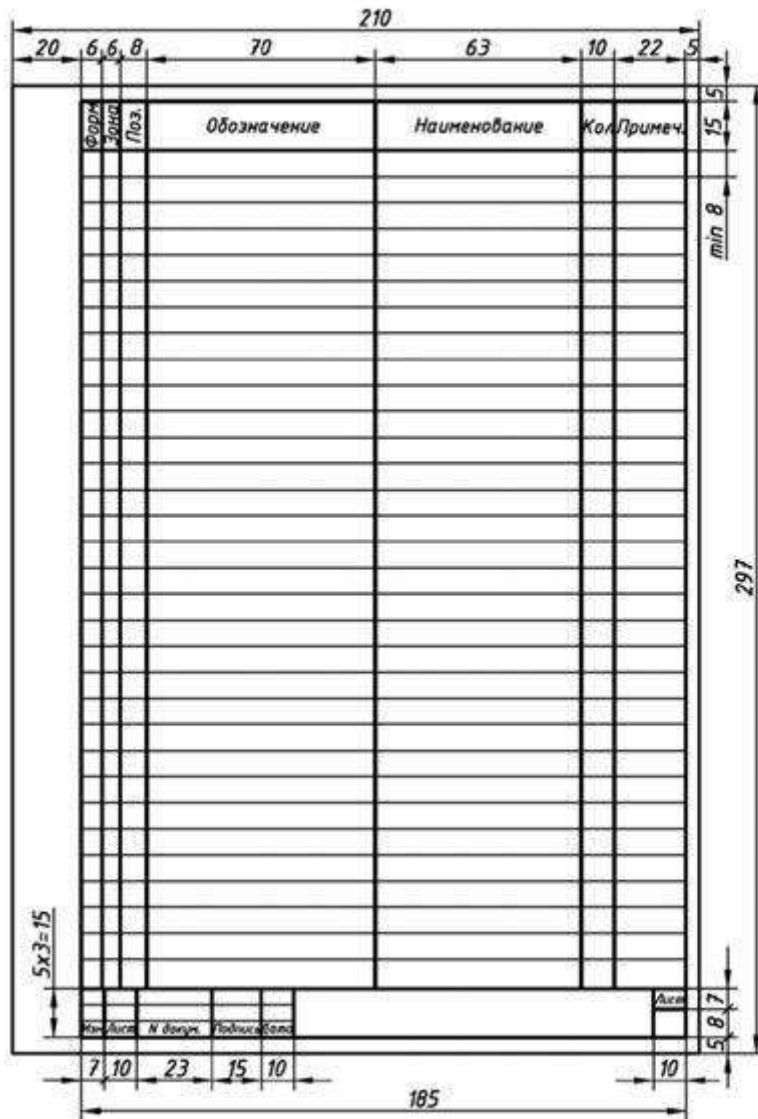
Изучение нормативно-технической документации на сварочные технологические процессы.

Цель работы – изучить нормативно-техническую документацию на сварочные технологические процессы

Задание № А.3.1 Разработать технологическую карту на изготовление одного из следующих изделий.

Инструкция по выполнению:

1. Ознакомиться с чертежом.
2. Определите виды соединений, виды швов по ЕСКД ГОСТ 2.312-68 – ГОСТ 2.317-68..
3. Составить тех. процесс.
4. Записать ответы на контрольные вопросы.
5. Выполните технический рисунок.
6. Оформить отчет и сдать в срок.



Задание № В.3.3 Расшифровать, указать размеры (начертить сварной шов и назначение сварного соединения ГОСТ 5264

1. С5;
2. У2;
3. Т7;
4. Т9.

Вопросы – план чтения чертежа:

1. Как называется конструкция?
2. Из какого материала ее надо изготовить?
3. В каком масштабе выполнен чертеж?
4. Какие виды даны на чертеже?
5. Что изображено на главном виде штриховыми линиями? Каковы размеры этих элементов? Какова их шероховатость?
6. Каковы габаритные размеры детали?

Какова шероховатость поверхности отверстия? Какими размерами определяется положение отверстия?

7. Какова шероховатость основания детали?

8. Что изображено горизонтальной штриховой линией на виде слева? На каком расстоянии от основания детали проходит эта линия? Почему края этой линии заканчиваются отрезками сплошной основной линии, а не

9. Как понимать размер 293*?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4

Тема 1.1. Технологичность сварных конструкций и заготовительных операций

Сборка в приспособлениях.

Цель работы: Формирование способности и готовности использовать теоретические знания для выбора сборочно-сварочных кондукторов для плоских, пространственных металлоконструкций.

Теоретические сведения

Сборочное оборудование подразделяют на несколько основных групп.

Сборочные кондукторы – это устройства, состоящие из плоской или объемной рамы или плиты, на которой размещаются установочные и зажимные элементы. В кондукторах обычно производится сборка и сварка изделия, они могут быть поворотными и неповоротными.

Сборочные стенды и установки предназначены для крупных изделий, они имеют неподвижное основание с размещенными на нем установочными и зажимными элементами и оборудуются специальными передвижными или переносными устройствами.

Для сборки плосколистовых конструкций используют электромагнитные стенды и стенды с передвижными балками и порталами.

При сборке продольных стыков цилиндрических конструкций применяют установки, состоящие из порталной рамы и различных стяжек. Для сборки обечаек по кольцевым стыкам используют установки, оборудованные осевыми и радиальными прижимами. Устройства, оснащенные радиальными и торцевыми прижимами, предназначены для сборки обечаек с днищем.

В серийном производстве для сборки балочных и рамных конструкций применяют стенды с передвижными сборочными порталами и сборочные кондукторы (рис.2).

Универсально-сборочные приспособления (УСП) предназначены для широкой номенклатуры изделий. Система УСП включает в себя основание – плиту с Т-образными пазами, а также установочные и зажимные элементы, закрепляемые на плите в разных сочетаниях в зависимости от формы собираемого изделия.

Переносные сборочные приспособления - это универсальные приспособления, используемые для сборки изделий на предприятиях с разным типом производства.

К переносным приспособлениям относятся *стяжки*, предназначенные для сближения кромок свариваемых изделий; *струбцины*, служащие для прижима деталей друг к другу или установки и закрепления их в определенном положении, *распорки*, применяемые для выравнивания кромок, сохранения формы и размеров изделий в процессе сварки, *домкраты*, используемые в качестве регулируемых опор для установки тяжелых деталей при сборке, *центраторы*, обеспечивающие соосность и совмещение торцевых кромок труб и обечаек при сварке.

В процессе сварки изготавливаемое изделие приходится непрерывно вращать или кантовать. Для этого существуют поворотные приспособления, вращатели, кантователи и манипуляторы.

Вращатели используются при сварке цилиндрических обечеек больших диаметров, кольцевых швов длинных изделий (труб). Передвижной торцевой вращатель работает на монтаже магистральных газопроводов.

Для поворота свариваемых конструкций в удобное положение служат кантователи, некоторые из них могут стопориться в любом положении. Кантователи приводятся в действие электродвигателем.

Для сварки небольших партий однотипных изделий или разнородных конструкций применяют манипуляторы, обеспечивающие регулируемую скорость вращения планшайбы (стола) и различный угол наклона изделия. Маршевая скорость манипуляторов значительно превышает скорость сварки; она предназначена для установки изделий в исходное положение.

Позиционеры предназначены для установки изделия в нужное положение; они имеют только маршевую скорость.

Выпускаются манипуляторы и позиционеры различных моделей и грузоподъемности – от 0,06 до 100 т.

Рычажный (рис.1а) и эксцентриковый (рис.1б) прижимы обеспечивают сжатие собираемых деталей. Струбцина (рис.1в) предназначена для стягивания или, наоборот, раздвижения кромок; стяжной винт имеет левую и правую резьбу. Назначение и принцип действия приспособления, показано на (рис.1г) понятны из схемы. На (рис.1д) показано клиновое приспособление для выравнивания кромок соединяемых деталей.

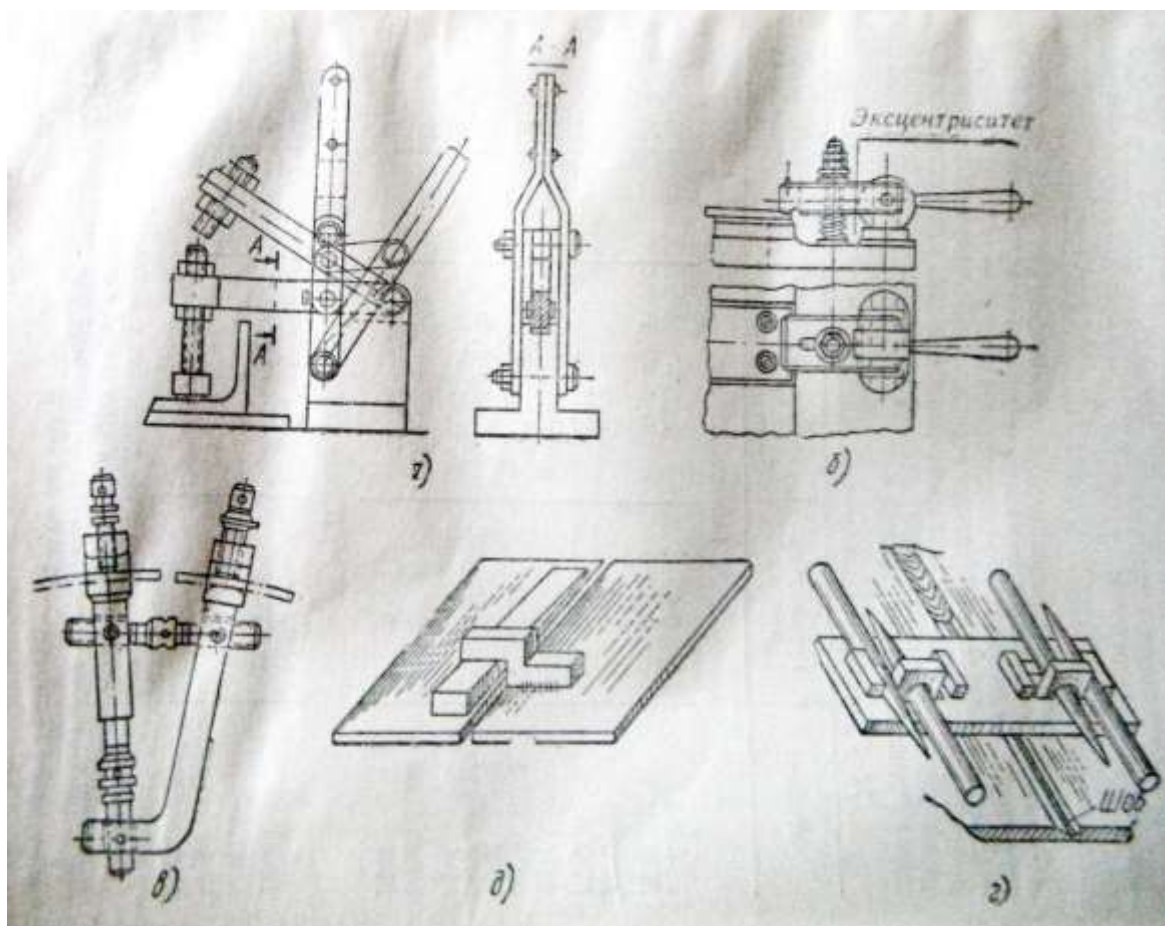


Рисунок 1. Переносные приспособления для сборочно-сварочных работ. а – рычажный прижим; б – эксцентриковый прижим; в – струбцина; г – стяжное приспособление; д – клиновое приспособление для выравнивания кромок.

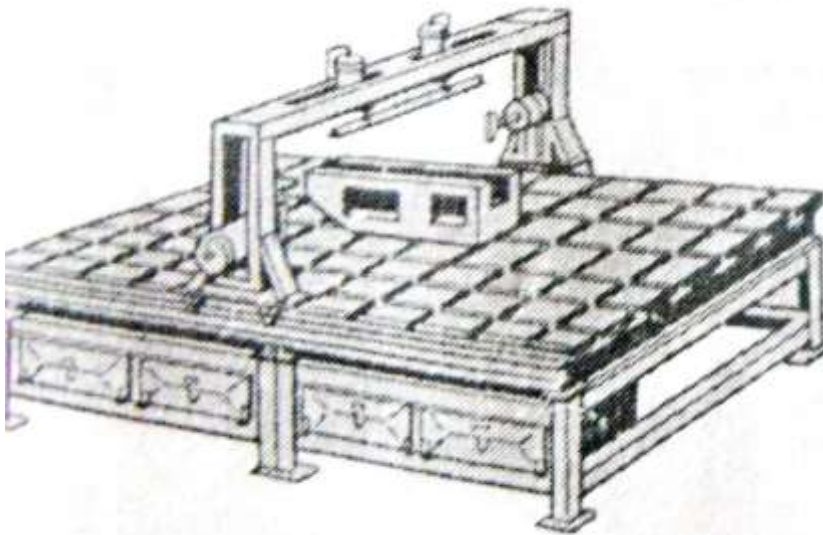


Рисунок 2. Универсальный стенд для сборки узлов сварных конструкций.

Приспособления классифицируют в соответствии со следующими признаками:

- *выполняемые операции* технологического процесса – приспособления для разметки, термической резки, сборки под сварку, сварки, комбинированные (например, сборочно-сварочные), контроля качества, термообработки, правки, механические (для установки, поворота и т.д.) и подъемно-транспортные;

- *вид обработки и метод сварки* – приспособление для дуговой, электрошлаковой и контактной сварки, сварки, наплавки, пайки, термической резки и др.;

- *степень специализации* – *специальные*, предназначенные для выполнения одной определенной операции при изготовлении конкретной конструкции в условиях серийного и массового производства, *переналаживаемые* (групповые), служащие для осуществления данной операции для группы однотипных изделий в условиях мелкосерийного производства, *универсальные*, применяемые для выполнения сборочно-сварочных операций при изготовлении разных изделий в условиях единичного и мелкосерийного производства;

- *уровень механизации и автоматизации* – ручные, механизированные, полуавтоматические и автоматические;

- *вид установки* – стационарные, передвижные и переносные;

- *возможность поворота* – неповоротные и поворотные;

- *источник энергии* – пневматические, гидравлические, электромеханические, магнитные, вакуумные и др.

При выборе приспособлений изучают чертежи сварной конструкции, технические условия на ее изготовление, технологический процесс сборки и сварки, а также производственную программу выпуска изделий.

Выбор типа приспособления зависит от способов сборки и сварки, особенностей конструкции, материала, формы и размеров деталей, требуемого качества сборки и сварки и от заданной производительности.

Сборочно-сварочные приспособления применяются тогда, когда сборку и сварку целесообразно вести без изменения местоположения конструкции. Если сварка производится непосредственно после сборки и конструкция не подвергается перестановке и транспортированию, то качество ее повышается. Переустановка изделия со сборочного приспособления на сварочное увеличивает длительность цикла изготовления и трудоемкость. В то же время сборочно-сварочные приспособления обычно сложнее и дороже сборочных.

Специальные приспособления обеспечивают более высокую производительность и качество сварных соединений, чем универсальные. Но их использование экономически целесообразно только при массовом и крупносерийном производстве.

В единичном и мелкосерийном производстве следует применять универсальные приспособления, которые по завершении выпуска одного изделия можно использовать для изготовления другого.

В серийном и массовом производстве предпочтительны механизированные приспособления (пневматические, гидравлические и др.), исключающие ручные работы и позволяющие повысить производительность процесса изготовления.

ЗАДАНИЕ: Подберите сборочно-сварочное приспособление для плоских, пространственных металлоконструкций единичного производства. Обоснуйте свой выбор.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5

Тема 1.1. Технологичность сварных конструкций и заготовительных операций

Сборка на прихватках.

Цель работы: Изучить технологию подготовки рабочего поста при дуговой сборке прихватками. Упражнение в выполнении точечных прихваток.

Задание и методические рекомендации

1. Изучить основные теоретические положения и кратко их изложить по предложенной форме.

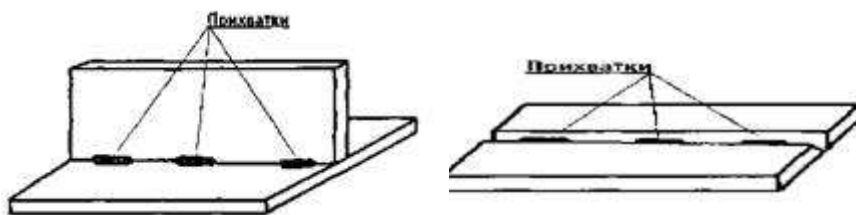
Содержание отчета

1. Наименование и цель работы.
2. Оборудование и материалы, используемые в работе.
3. Основные положения по теоретическому материалу (кратко).
4. Описание экспериментальной части работы и полученные результаты с необходимым графическим материалом, анализом, выводами.
5. Обоснованное решение указанной преподавателем задачи.

Содержание работы

Прихватка - это процесс закрепления деталей при сборке под сварку при помощи коротких сварных швов, называемых прихваточными или «прихватками».

«Прихватки» выполняются ручной дуговой сваркой однопроходными швами с определенным шагом или расстоянием между швами.



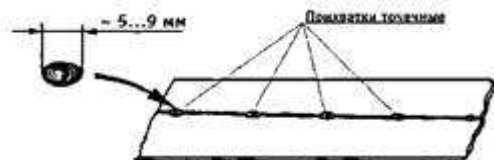
Прихватки, длиной < 10 мм (точечные) применяют:

1 — для закрепления при сборке деталей из тонколистовой стали толщиной до 3 мм (< 3 мм);

1 для закрепления при сборке мелких деталей;

1 для временного фиксирования деталей в определенном положении;

1 для предварительного закрепления деталей.



Прихватки могут быть:

- 1 удаляемыми или временными
- 1 неудаляемыми или остающимися.



Удаляемые прихватки

- 1 это короткие сварные швы, которые используются только для закрепления деталей при сборке и подлежат удалению при операции расчистки (выборки) корня шва.
- 1 Постановку временных прихваток обычно производят со стороны, обратной началу сварки.



Неудаляемые (остающиеся) прихватки

- 1 это короткие швы, которые служат не только для закрепления деталей при сборке, но и являются частью основного сварного шва.

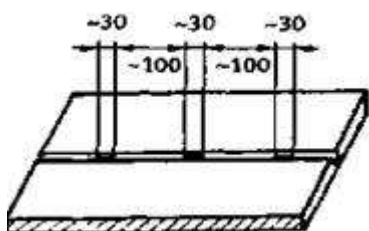


- 1 Неудаляемые прихватки в разделке стыковых соединений необходимо выполнять с полным проваром.

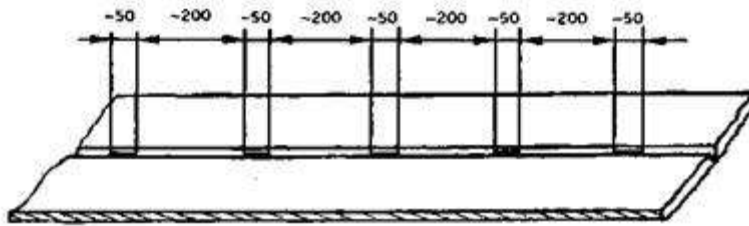


Требования к выполнению прихваток

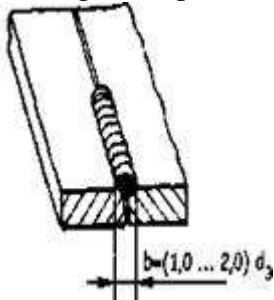
- 1 Прихватки следует располагать равномерно по всей длине или периметру соединения с одинаковым расстоянием между ними.



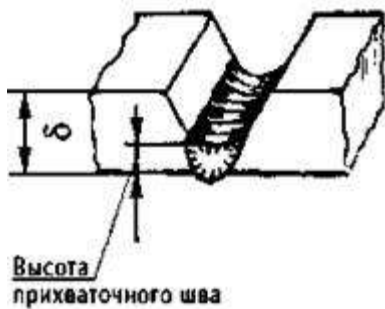
- 1 Расстояние между прихваточными швами определяется в зависимости от протяженности соединения и обычно составляет от 80 до 350 мм



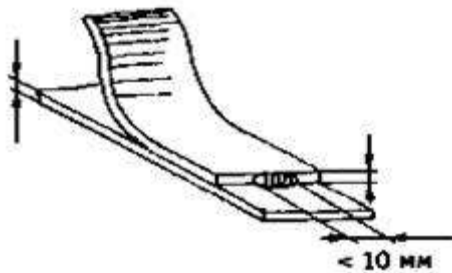
1 Прихватки стыковых соединений без разделки кромок с толщиной металла > 4 мм выполняют узкими однопроходными швами, шириной $b=(1,0...2,0) d_э$, где $d_э$ — диаметр электрода, мм



1 Высота швов прихваток, накладываемых в разделку, зависит от толщины свариваемого металла и обычно составляет $(0,5-0,6) b$, но не менее 3,0 мм и не более 7,0 мм; b — толщина металла



1 Закрепление деталей с толщиной металла < 3 мм рекомендуется выполнять точечными прихватками — с длиной - 5-9 мм



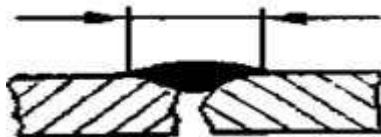
1 Прихватку стыковых соединений при наличии повышенных и неравномерных зазоров следует производить уширенными швами:

1 $b = (2...3) d_э$;

1 где $d_э$ — диаметр электрода, мм;

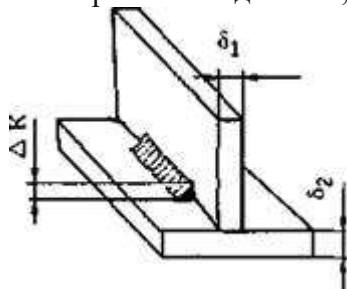
b — ширина шва, мм

$$b = (2...3) d_э$$



1 Прихватки тавровых, угловых и нахлесточных соединений выполняют короткими угловыми швами: катет (K) прихваточного углового шва должен быть в пределах

(0,5 ... 0,7) δ_1 , но не менее 3 мм и не более 7 мм; здесь δ_1 — толщина более тонкой из свариваемых деталей, мм.



1 При выполнении узла из нескольких деталей не рекомендуется ставить прихватки в местах пересечения швов.

1 Прихватка осуществляется электродами тех же марок, что и сварка.

1 Число прихваток должно быть минимальным, но достаточным для надежного закрепления деталей.



Техника наложения точечных прихваток

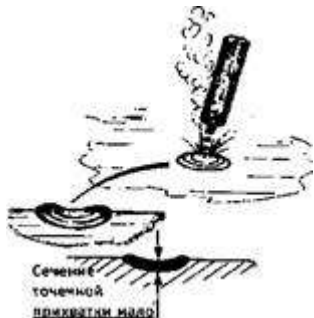
1 Первый способ.

1 Зажгите дугу и держите ее на одном месте до естественного обрыва.

1 Отведите электрод, обейте шлак и осмотрите прихватку.

1 Расплавленный металл будет кристаллизоваться в форме плоской округлой капли небольшого диаметра.

1 Такая прихватка имеет неглубокий провар основного металла и малое сечение.



1 Второй способ.

1 Зажгите дугу и удерживайте ее на одном месте с осевой подачей электрода в точку касания в течение 1—3 сек.

1 Погасите дугу естественным обрывом.

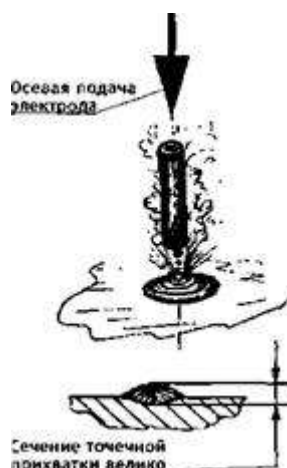
1 Отведите электрод.

1 Обейте шлак.

1 Осмотрите прихватку:

- расплавленный электродный металл будет кристаллизоваться в виде высокой округлой капли

- такая прихватка имеет большее поперечное сечение, чем предыдущая.



1 Третий способ.

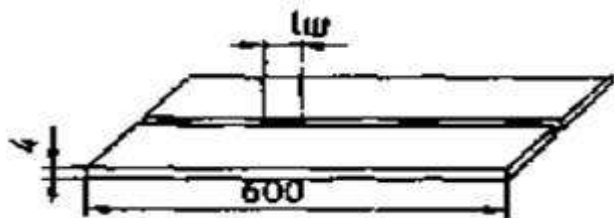
1 Зажгите дугу и сделайте небольшое поступательное перемещение электрода на длину $\sim 3\text{—}9$ мм.

1 Погасите дугу естественным обрывом или кратковременной задержкой дуги на месте с последующим естественным обрывом.

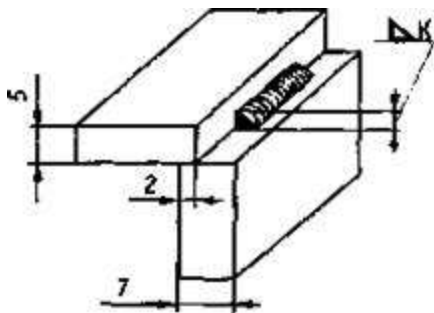


Контрольные вопросы

1. Прихватка — это короткий сварной шов длиной?
2. Точечная прихватка — это короткий сварной шов ДЛИНОЙ?
3. Прихватка — это короткий сварной шов, выполняемый?
4. Ширина узкого прихваточного шва должна быть равна?
5. Ширина прихватки, выполняемой с поперечными колебаниями, в стыковом соединении с равномерным зазором, не должна быть более?
6. Ширина прихваточного шва при наличии повышенных и неравномерных зазоров не должна превышать?
7. Выберите длину шва (1ш) для прихватки стыкового соединения из пластин, толщиной 4 мм, длиной 600 мм?



8. Выберите размер катета (К) углового шва для прихватки соединения, изображенного на рисунке.



ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6

Тема 1.1. Технологичность сварных конструкций и заготовительных операций Изучение условных обозначений сварных швов на чертежах и чтение сварных швов и технологической документации.

Цель работы: систематизировать знания и умения при чтении условных обозначений сварных швов на чертежах.

Оборудование и дидактические материалы: чертежи деталей и сборочные чертежи.

Теоретические сведения.

В соответствии с ГОСТ 2.312-72 видимый шов сварного соединения на чертеже деталей изображают сплошной основной линией, невидимый - штриховой. Одиночную сварную точку обозначают знаком «+». От изображения шва или одиночной точки проводят линию выноски, закачивающуюся односторонней стрелкой. На полке линии-выноски приводят условное изображение сварного шва (рис. 1,2).

Условное изображение сварных швов в общем случае должно содержать следующее:

1. Вспомогательные знаки из группы:

└ - шов выполняется при монтаже изделия;

○ - шов по замкнутой линии;

▭ - шов по незамкнутой линии.

2. Обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений, например:

а) ГОСТ 5264-80 — основные типы и конструктивные элементы швов, выполненных ручной дуговой сваркой;

б) ГОСТ 8713-79 - то же, что и ГОСТ 5264-80, но швы выполнены автоматической или полуавтоматической сваркой под флюсом;

в) ГОСТ 11533-75 — основные типы, конструктивные элементы и размеры швов при расположении свариваемых элементов под острыми и тупыми углами; швы выполнены автоматической или полуавтоматической сваркой под флюсом;

г) ГОСТ 11534-75 - то же, что и ГОСТ 11533-75, швы выполнены ручной дуговой сваркой;

д) ГОСТ 15878-79 — соединения, выполненные контактной сваркой.

3. Обозначение шва, состоящее из буквы, обозначающей вид соединения, и цифры, обозначающей форму подготовки кромок (с отбортовкой, без отбортовки, со скосом), например, С8 - шов стыкового, У4 - углового, Т8 - таврового, Н2 -

нахлесточного соединений. В табл. 4 приведена выборка буквенно-цифровых обозначений швов.

4. Условное обозначение способа сварки. (А — автоматическая, П — механизированная под флюсом, П-3 — механизированная плавящимся электродом в защитных газах; Ш — электрошлаковая и др.),

5. Знак ∇ и размер катета шва.

6. Условное обозначение и цифровые характеристики прерывистого шва с цепным расположением отдельных элементов выполняется знаком «/», а для прерывистого шва с шахматным расположением элементов знаком «Z».

7. Дополнительные вспомогательные знаки:

- усиление шва снять;

- наплывы и неровности обработать с плавным переходом к основному металлу;

- - шероховатость поверхности шва после механической обработки. Примеры условных обозначений сварных швов приведены на рис. 1

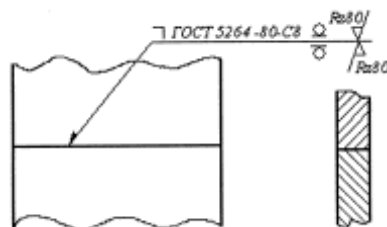


Рис. 1 Шов выполнен при монтаже (\square) ручной дуговой сваркой по ГОСТ 5264-80, тип шва)С9), усилие шва снято с двух сторон обработкой резанием (\bigcirc), шероховатость обработанной поверхности с лицевой стороны ∇ $Rz80/$, с обратной стороны ∇ $Rz80$ мкм.

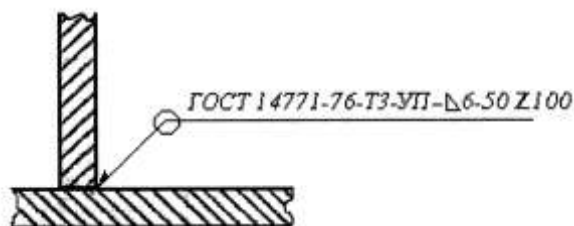
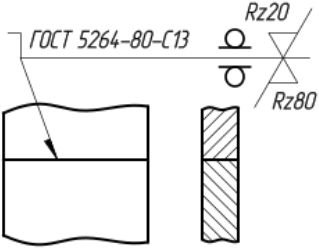
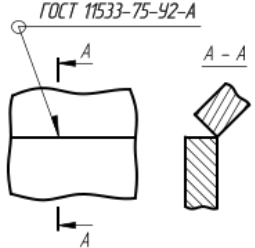
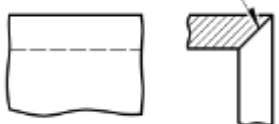
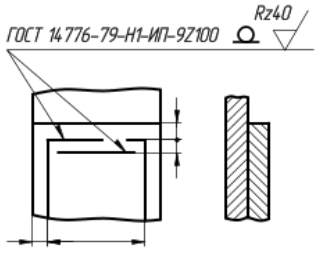
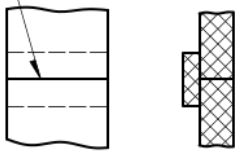
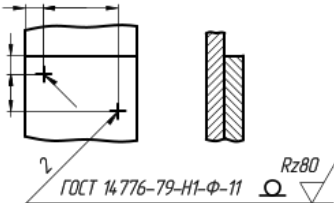

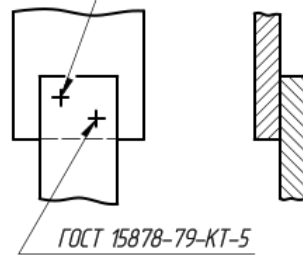
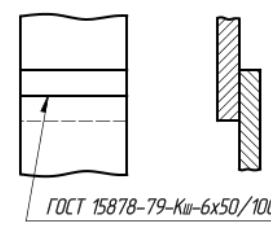
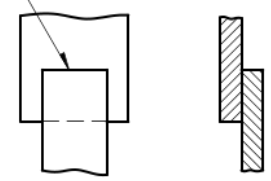


Рис. 2 Шов выполнен по замкнутой кольцевой линии (O), сварка в защитном газе по ГОСТ 14771-76, соединение тавровое двустороннее без разделки кромок (ТЗ), в углекислом газе плавящимся электродом (УП), катет шва 6мм (Δ 6), шов прерывистый с длиной проваренных участков 50мм (50), с шахматным расположением (Z), с шагом 100мм (100).

Порядок выполнения работы.

1. Расшифровать и заполнить таблицу.

№ п/п	Условное обозначение шва на чертеже	Характеристика шва
1	<p>ГОСТ 5264-80-С13</p> 	
2	<p>ГОСТ 11533-75-У2-А</p> 	
3	<p>ГОСТ 15164-78-У2-ШЗ-△ 22</p> 	
4	<p>ГОСТ 14776-79-Н1-ИП-92100</p> 	
5	<p>ГОСТ 16310-80-С3-Г</p> 	
6	<p>ГОСТ 14776-79-Н1-Ф-11</p> 	

7	<p>ГОСТ 14806-80-ТЗ-РМНн- Δ6-502100</p> 	
8	 <p>ГОСТ 15878-79-КТ-5</p>	
9	 <p>ГОСТ 15878-79-Кш-6x50/100</p>	
10	<p>ГОСТ 14806-80-Н1-ПМП Δ5 □</p> 	

1. Прочтите чертеж (рис.3).

2.1 Прочитать основную надпись чертежа (соединение сваркой, масштаб, марка)

2.2. Какие виды, разрезы даны на чертеже (фронтальный разрез)

2.3. По спецификации разобрать количество деталей, входящих в сборочную единицу (4)

2.4. Расшифровать условное обозначение сварных швов.

2.5. Расшифровать G1 ½

2.6. Указать габаритные размеры сварного соединения (200, 530)

1. Прочтите чертеж (рис. 4).

1. Письменно ответьте на следующие вопросы к чертежу.

2. Как называется деталь?

3. Из какого материала изготавливают деталь?

4. В каком масштабе выполнен чертеж?

5. Чему равна масса детали?

6. Как называются изображения, приведенные на чертеже (фронтальный разрез)?
7. Прочитать технические требования
8. Расшифровать условное обозначение сварных швов.

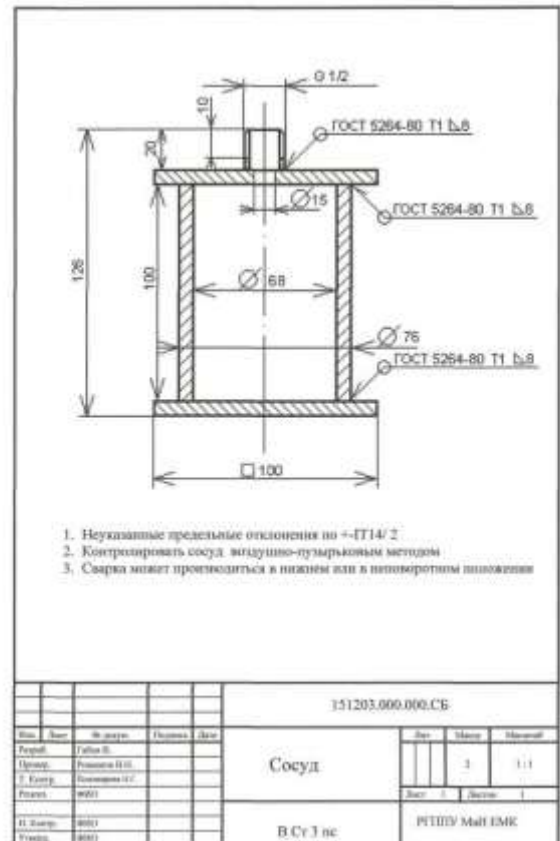
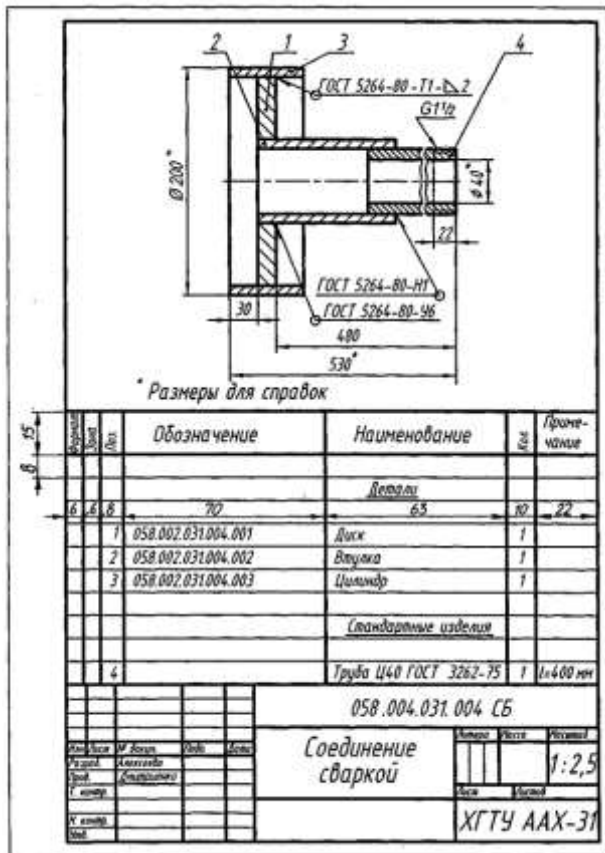

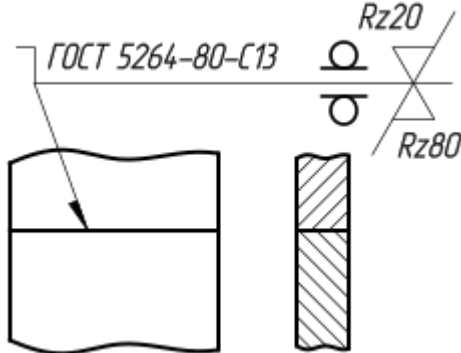
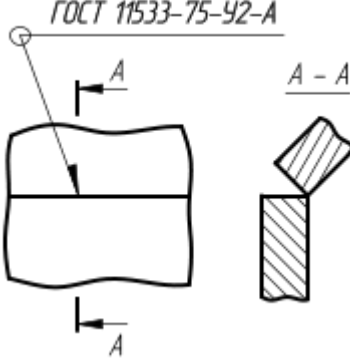
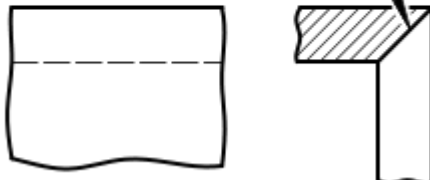


Рис. 3 Чертеж для чтения

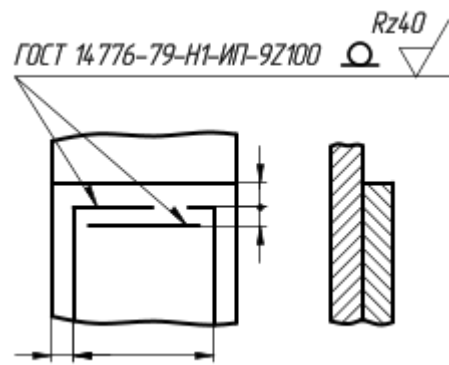
Рис. 4 Чертеж для чтения

Содержания отчёта

1. Расшифровать условные обозначения сварных швов и заполнить таблицу 1.
2. Прочтите чертеж (рис.3).
 - 2.1 Прочитать основную надпись чертежа.
 - 2.2. Какие виды, разрезы даны на чертеже.
 - 2.3. По спецификации разобрать количество деталей, входящих в сборочную единицу.
 - 2.4. Расшифровать условное обозначение сварных швов.
 - 2.5. Расшифровать G1 1/2
 - 2.6. Указать габаритные размеры сварного соединения.
- 3.Прочтите чертеж (рис. 4).

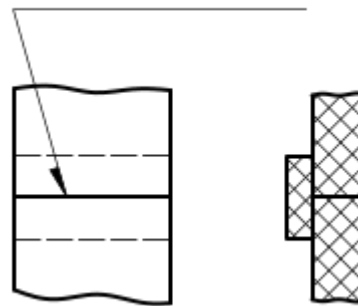
Характеристика шва	Поперечное сечение шва	Условное обозначение шва на чертеже	
		Шов с лицевой стороны	Шов с оборотной стороны
<p>Двусторонний шов стыкового сварного соединения с криволинейным скосом одной из кромок, выполняемый дуговой сваркой вручную при монтаже изделия. Усиление снято с обеих сторон. Значение шероховатости шва с лицевой стороны составляет Rz 20 мкм, а с оборотной стороны Rz 80 мкм.</p>		<p>ГОСТ 5264-80-С13</p> 	
<p>Двусторонний шов углового соединения без скоса кромок, который выполняется автоматической сваркой по замкнутой линии с подачей флюса.</p>		<p>ГОСТ 11533-75-У2-А</p> 	
<p>Сварной шов углового соединения со скосом прилегающих кромок, выполняемый электрошлаковой сваркой с проволочным электродом. Катет шва равен 22 мм.</p>		<p>ГОСТ 15164-78-У2-ШЗ-△ 22</p> 	

Соединение, выполняемое дуговой сваркой внахлестку точечным швом, в инертном газе с применением плавящегося электрода. Расчетный диаметр точки составляет 9 мм. Расположение точек в шахматном порядке с шагом 100 мм. Шероховатость должна соответствовать Rz 40 мкм. Усиление снять.

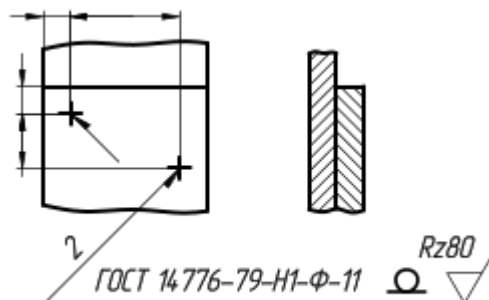


Односторонний шов соединения встык без скоса кромок, выполненный на оставляемой подкладке с использованием нагретого газа и присадки.

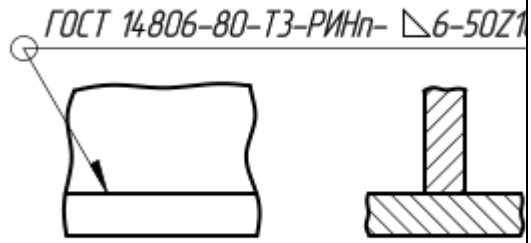
ГОСТ 16310-80-С3-Г



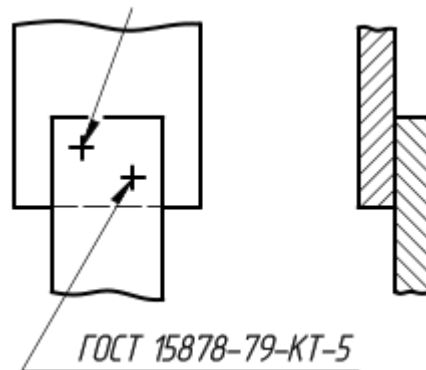
Соединение одиночными сварными точками, выполняемое дуговой сваркой с использованием флюса. Диаметр электродзаклёпки равен 11 мм. Усиление должно быть снято. Шероховатость обработанной поверхности должна соответствовать Rz 80 мкм.



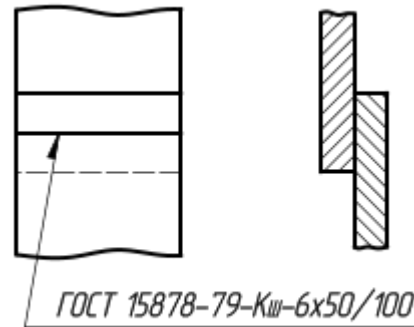
Двусторонний шов таврового соединения без скоса кромок, выполняемый в шахматном прерывистом порядке, ручной дуговой сваркой в защитных газах неплавким электродом по замкнутой линии. Катет шва равен 6 мм. Длина провариваемого участка 50 мм с шагом 100 мм.



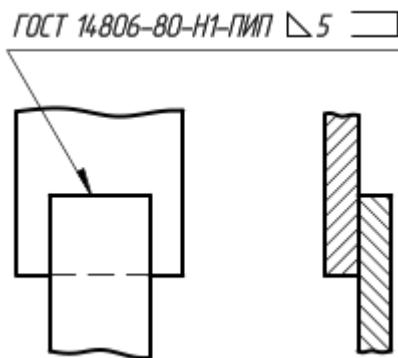
Соединение внахлестку, образуемое одиночными сварными точками, выполняется контактной точечной сваркой. Расчетный диаметр используемой точки 5 мм.



Прерывистый шов соединения внахлестку, выполняемый специальной контактной шовной сваркой. Длина провариваемого участка 50 мм с шагом 100 мм при ширине шва 6 мм.



Односторонний шов соединения внахлестку без скоса кромок, выполняется полуавтоматической дуговой сваркой в защитных газах плавким электродом. Шов проваривается по незамкнутой линии с катетом 5 мм.



3.1. Письменно ответьте на следующие вопросы к чертежу.

3.2. Как называется деталь?

1. Из какого материала изготавливают деталь?
2. В каком масштабе выполнен чертеж?
3. Чему равна масса детали?
4. Как называются изображения, приведенные на чертеже (фронтальный разрез)?
5. Прочитать технические требования
6. Расшифровать условное обозначение сварных швов.

Контрольные вопросы:

1. Условное обозначение сварных швов в сварных конструкциях

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7

Тема 1.2. Технология изготовления сварных конструкций

Изучение технологической последовательности сборки-сварки двутавровых и коробчатых балок.

Цель работы: формирование способности и готовности использовать теоретические знания технологической последовательности сборки-сварки двутавровых и коробчатых балок.

Теоретические сведения:

В местах концентрации напряжений суммарная величина их может превысить временное сопротивление разрыву наплавленного металла, что вызовет начало разрушения сварного шва. А в отдельных случаях приводит к разрушению сварной конструкции в целом. Причинами возникновения напряжений и деформаций при сварке являются: неравномерное нагревание металла, литейная усадка расплавленного металла, структурные превращения в металле.

Для борьбы с деформациями принимаются следующие меры.

Мероприятия, выполняемые до сварки.

Рациональное конструирование сварных изделий. В процессе конструирования необходимо: ограничивать количество наплавленного металла уменьшением катетов швов или угла скоса кромок; не допускать пересечения большого количества швов; не располагать сварные швы там, где действуют максимальные напряжения от внешних нагрузок, и размещать их симметрично; применять преимущественно стыковые швы и т. п.

Правильная сборка деталей с учетом возможных деформаций. При этом наиболее часто применяют метод обратных деформаций (рис. 1). Зная, что шов после охлаждения всегда сокращается в размерах, можно заранее предугадать характер возможных напряжений и деформаций и произвести предварительный выгиб свариваемых деталей и противоположную сторону. Величина обратного выгиба определяется расчетным или опытным путем.

Рис. 1. Обратные деформации и положения элементов изделия после сварки: а - стыковое соединение двух пластин; б - тавровая балка; в - полка таврового соединения

При сборке деталей следует избегать прихваток, которые создают жесткое закрепление деталей и способствуют возникновению значительных остаточных напряжений. Лучше применять сборочные приспособления, допускающие некоторое перемещение деталей при усадке металла

Мероприятия, выполняемые в процессе сварки.

Рациональная последовательность наложения сварных швов. Сварные конструкции следует изготавливать так, чтобы замыкающие швы, создающие жесткий контур, заваривались в последнюю очередь. Сварку нужно вести от середины конструкции к ее краям, как бы сгоняя при этом внутренние напряжения наружу. Каждый последующий шов при многослойной сварке рекомендуется накладывать в направлении, обратном направлению предыдущего шва.

При сварке полотнищ из отдельных листов (рис. 2, а) в первую очередь нужно выполнять поперечные швы отдельных поясов, чтобы обеспечить их свободную усадку, а затем сваривать пояса между собой продольными швами. В противном случае возможно образование трещин в местах пересечения поперечных и продольных швов.

При сварке двутавровых балок (рис. 2, б) в первую очередь выполняют стыковые соединения стенок и полок, а затем - угловые поясные швы.

При сварке цилиндрических сосудов из нескольких обечаяек (рис. 2, в) сначала выполняют продольные швы обечаяек, а затем обечайки сваривают между собой кольцевыми швами. При ручной и механизированной сварке швы большой протяженности рекомендуется накладывать в обратноступенчатом порядке.

Рис. 2. Последовательность наложения швов (1-8) при сварке: а - полотнища из отдельных листов; б - двутавровой балки; в - цилиндрического сосуда

Уравновешивание деформаций. В этом случае (рис. 3) швы выполняют в такой последовательности, при которой последующий шов вызывает деформации

обратного направления по сравнению с деформациями от предыдущего шва. Этот способ может быть использован при симметричном расположении швов.

Рис.3. Уравновешивание деформации:

а - при изготовлении сварной двутавровой балки; б - при выполнении сварного стыкового многослойного шва; в - при наплавке валика продольными швами: 1-б - последовательность наложения швов.

Жесткое закрепление деталей при сварке. В этом случае детали закрепляют в сборочно-сварочных приспособлениях, обладающих значительной жесткостью. После сварки в таких приспособлениях короблений деталей почти не будет, но в сварных швах возрастут внутренние напряжения.

Балки коробчатого сечения сложнее в изготовлении, чем двутавровые. Но они имеют большую жесткость на кручение и поэтому широко применяются в конструкциях крановых мостов и подкрановых балках. При большой длине таких балок полки и стенки сваривают встык из нескольких листов.

Сборка коробчатых балок проводится: на стеллажах с применением переносных сборочных устройств; в кондукторах; на стенде с самоходным порталом.

Сборка на стеллажах осуществляется в следующем порядке

а) на стеллажах укладывают верхний пояс (верхнюю полку). На ней размечают места установки диафрагм. С помощью крана выставляют диафрагмы по угольнику, прихватывают и приваривают.

б) краном выставляют на полку обе стенки и с помощью переносных сборочных устройств прижимают к диафрагмам. Стенки прихватывают к полкам диафрагмам. После этого зажимные устройства снимают.

в) собранную полку балки кантуют на 90^0 и приваривают диафрагмы к одной стенке, а после кантовки на 180^0 – к другой.

г) после окончательной приварки диафрагм балку устанавливают в первоначальное положение. Краном устанавливают 2-ую (нижнюю) полку, прихватывают и балку передают на сварку.

Прихватки и сварку диафрагм осуществляют РДС или механизированной сваркой в CO_2 , а поясные швы варят АДС под флюсом.

Сборка в кондукторе. Общая последовательность сборки и сварки в кондукторе такая же, как и на стеллажах. А прижатие стенок к диафрагмам, полки к стенкам в кондукторе производится пневмо или гидropriжимами. Кантовка балки и приварка стенок к диафрагмам производится за пределами кондуктора.

Сборка на стенде с передвижным порталом применяется для изготовления балок большой длины в условиях заводов металлоконструкций и машиностроительных заводов. Портал состоит из рамы, вертикального и горизонтального прижимов с пневмоцилиндрами, захватов и ходовой части. Захваты и вертикальный прижим образуют замкнутую силовую систему, разгружающую раму и ходовую часть портала от вертикального усилия.

Предварительно производится сборка-сварка пояса с диафрагмами. С помощью крана на полку устанавливаются стенки и удерживаются вертикально специальными ручными стяжками. Портал устанавливается против места прихватки (начиная с конца балки), включаются прижимы и производится прихватка боковых стенок.

После этого прижимы отводят, портал передвигают вдоль балки к месту следующих прихваток, и цикл повторяется. После прихватки стенок устанавливается нижний пояс и последовательно прижимается, и прихватывается к стенкам по всей длине балки.

Передвижные порталы с пневмоцилиндрами применяют для балок с размерами:

–высота ~ до 1,5м;

–ширина ~ до 1м;

–толщина стенок ~ до

6мм; –толщина пояса ~

14мм.

усилие вертикального прижима до 4т (40кН), а горизонтального – по 1т (10кН). Скорость передвижения – 30м/мин.

Для балок с небольшими размерами порталы выполняются самоходными. Для сборки крупных коробчатых балок высотой до 3м, длиной до 10м, с толщиной стенки до 16мм и пояса до 60мм применяют самоходные порталы с гидropriжимами: вертикальные до 21т, горизонтальные до 2,3т. Сварку поясных швов под слоем флюса ведут наклонным электродом, а возможный подрез менее опасен, чем у двутавра, т.к.

нагрузка передается с полки на стенку через диафрагмы.

Монтажные стыки балок.

При монтаже конструкций нередко возникает необходимость стыковки балок. Применяют 3 типа стыков двутавровых балок. Раздвинутый стык применяют как технологический, а обычно – совмещенный стык, выполняемый РДС или полуавтоматом в СО₂. Последовательность выполнения стыковых швов поясов и стенки назначают из следующих соображений:

Если в 1-ю очередь сваривать стыки поясов, то стык стенки придется варить в условиях жесткого закрепления. Поэтому после выполнения шва в стенке возникают большие растягивающие напряжения, что может вызвать трещины.

Если сначала варить стык стенки, а потом стыки полок, то в швах полок вследствие их поперечной усадки возникают большие остаточные напряжения растяжения. В худшем положении при действии рабочих нагрузок будет шов нижнего пояса.

На практике поясные швы иногда не доваривают на заводе на величину отпуска L. На монтаже варят стыки по 1-му или 2-му варианту, а затем доваривают поясные швы. Назначение отпуска – дать возможность при заварке стыка стенки

полностью деформироваться, что снижает уровень остаточных напряжений. Но при этом может быть коробление полок.

Поэтому в каждом конкретном случае в зависимости от условий работы стыков балки, размеров сечений и т.д. оптимальная технология может быть различной.

Для стыков, работающих под статической нагрузкой, часто применяют соединение с накладками. Они менее прочны, но технологически проще, хотя требуют дополнительного расхода металла. Для вибрационных нагрузок такие соединения непригодны.

Задание:

1. Опишите технологическую последовательность сборки-сварки двутавровой балки. Размеры заготовок:

Лист 6 150x1000мм. - 2шт.

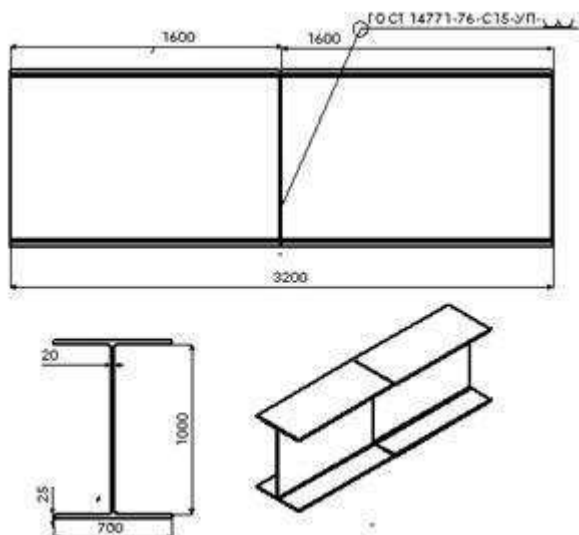
Лист 10 200x1000мм. - 1шт.

2. Опишите технологическую последовательность сборки-сварки коробчатых балок из стали (0,9 Г2С)

Размеры заготовок:

16 L=1000 мм. - 6шт.

3. Прочитать чертеж.



Контрольные вопросы.

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

2. Какова последовательность выполнения сборочно-сварочных операций при изготовлении балок двутаврового и коробчатого сечения?

3. Какие существуют характерные типы стыков балок двутаврового сечения и в чем заключаются особенности их сборки и сварки на монтаже?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8

Тема 1.2. Технология изготовления сварных конструкций

Изучение технологической последовательности сборки-сварки рамных конструкций.

Цель работы: приобрести практические навыки по определению порядка сборки рамных конструкций под сварку

Теоретические сведения

Технология изготовления рам.

Рамные конструкции представляют собой систему жестко соединенных балок или профильных элементов. Рамы входят в состав различных транспортных устройств (вагонов, автомобилей, мостовых кранов), приводов, металлоформ и т.д.

Сборка рамы заключается в придании её элементам проектного положения. При этом большое значение имеет последовательность сборочно-сварочных операций. Возможны следующие варианты: сварка после полного завершения сборки; попеременно сборка и сварка; поузловая сборка-сварка.

Для рам рекомендуется поузловая, с последующей общей сборкой и сваркой. Например, конструкция мостового крана, состоящая из 2-х пролетных балок и 2-х концевых.

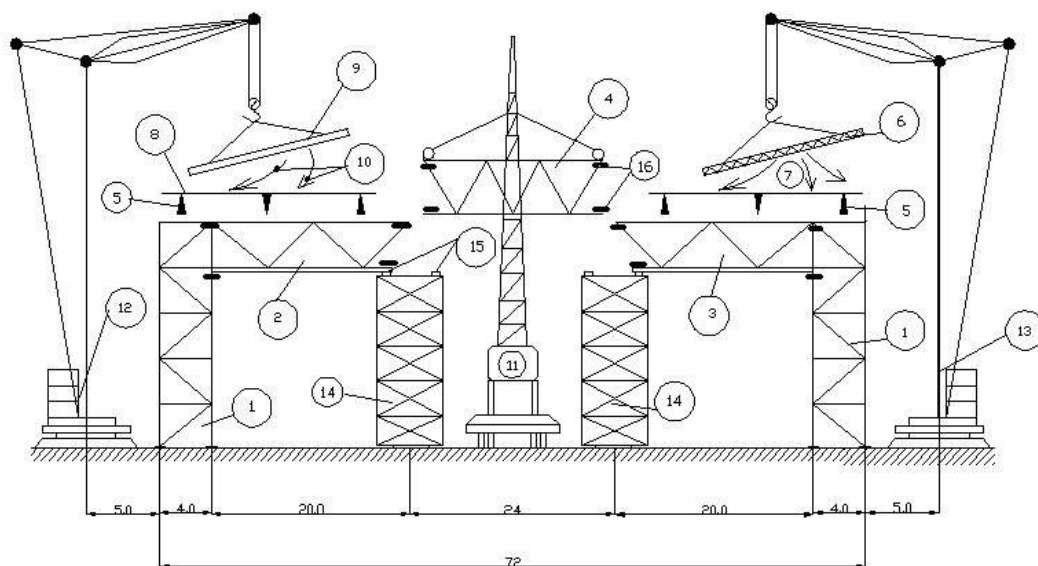
Если рама не разбивается на самостоятельные узлы, то применяют последовательную сборку-сварку. При этом в 1-ю очередь собирают и прихватывают наиболее жесткую часть рамы, а затем к ней прихватывают остальные части.

Попеременная сборка-сварка применяется, когда полная сборка конструкции затрудняет доступ к сварным швам.

Сборка рам проводится: на стеллажах по разметке; на стендах с передвижными порталами и стеллажами или плитами; в кондукторах.

Стенды с порталами применяют в серийном производстве для сборки плоских рам, детали которых прижимают к основанию или другим деталям вертикальными прижимами порталы.

Применение УСП позволяет перестраивать на другие типоразмеры рам и отказаться от передвижного портала. Кондукторы используют в серийном и массовом производстве для сборки одного или нескольких типоразмеров рам. Для сварки рам применяют полуавтоматы для сварки в защитных газах и РДС. Кантовка рам производится двухстоечными, книжными, кольцевыми и домкратными кантователями, а также кантователями с поворотной рамой.



Технологическая схема монтажа рамы:

- 1-стойки рамы;
- 2,3,4- составные части ригеля рамы, монтируемые самоходным краном «Либхер»; 5- стропильные фермы, монтируемые с шагом 24 м;
- 6- монтаж стропильной фермы с помощью башенного крана типа КБ-160;
- 7- монтажные операции при установке ферм;
- 8- прогон покрытия;
- 9- монтаж прогона башенным краном типа КБ-160;
- 10- монтажные операции при установке прогона;
- 11- самоходный автомобильный кран «Либхер» грузоподъемностью 25т;
- 12,13- башенные краны грузоподъемностью 10 т.;
- 14- башенные опоры для сборки ригеля на проектных отместках;
- 15- гидродомкрат для выверки узлов стыка ригеля и последующего «раскружаливания» ригеля после монтажа всех его составных частей; 16- «стык» составных частей ригеля.

Выводы по разделу «монтаж рамных конструкций»

1. Рамные конструкции проектируются для зданий гражданского и производственного назначения в качестве выставочных павильонов, концертных залов, вернисажей, крытых спортивных сооружений и ангаров с пролётами от 40 до 150 м.

2. Рамные покрытия, благодаря рациональной статической схеме работы конструкции каркаса здания, более экономичны по расходу металла и стоимости строительства таких объектов по сравнению со зданиями с балочными покрытиями.

3. Возведение рамных покрытий использует традиционные методы монтажа, которые можно классифицировать на две группы:

а) Крупноблочный монтаж рам каркаса зданий из укрупненных узлов конструкций с помощью нескольких самоходных кранов, предварительная сборка которых осуществляется поэлементным методом непосредственно в пролете здания на специальных кондукторах.

б) Крупноблочный монтаж из крупногабаритных монтажных блоков, выполняемый с использованием монтажной оснастки в виде поддерживающих башенных опор и подмостей, позволяющих «собирать» конструкцию из отправочных марок и предварительно укрупненных узлов.

4. Выбор метода монтажа, как правило, определяется конструктивной схемой рамы (шарнирная, бесшарнирная), величиной пролёта покрытия здания и подвесным грузоподъёмным крановым оборудованием.

5. Комплексная механизация монтажных процессов при возведении рамных покрытий, организуемая последовательно-параллельным методом монтажных потоков, требует привлечения нескольких ведущих монтажных механизмов, к числу которых относятся мобильные самоходные краны грузоподъёмностью до 50 т. и башенные краны грузоподъёмностью до 25 т.

6. Организация монтажа при возведении зданий с рамными покрытиями, как правило, ориентирована на последовательно-параллельное ведение работ, при котором генподрядные строительно-монтажные организации используют последовательный принцип формирования каркаса здания, а субподрядные специализированные строительные организации — параллельный метод работ по инженерному обустройству здания – совмещаемый основным монтажным циклом.

7. Технология и организация строительства зданий с рамными покрытиями существенно не отличается от традиционных методов, присущих массовому промышленно-гражданскому строительству. Поэтому возведение таких зданий и сооружений может поручаться общестроительным генподрядным подразделениям, имеющих опыт строительства большепролетных конструкций.

Задание:

1. Изучить теоретический материал.
2. Классификация сварных металлоконструкций по условиям работы
3. Выполнить задание (по вариантам)

Вариант 1

Содержание задания:

1. Определить основные элементы металлоконструкции;
2. Дать характеристику элементов металлоконструкции по условиям работы;
3. Указать основные элементы;
4. Указать порядок сборки металлоконструкции

Исходные данные:

1. эскиз сварной металлоконструкции;

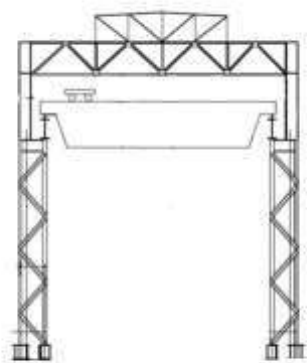


Рисунок 1. Эскиз сварной металлоконструкции

Вариант 2

Содержание задания:

1. Определить основные элементы металлоконструкции;
2. Дать характеристику элементов металлоконструкции по условиям работы;
3. Указать основные элементы;
4. Указать порядок сборки металлоконструкции

Исходные данные



ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №9

Тема 1.2. Технология изготовления сварных конструкций

Изучение технологической последовательности сборки-сварки емкостей, резервуаров и сварных сосудов, работающих под давлением.

Цель работы: овладеть навыками проектирования и проверочного расчета сварных швов резервуара.

Теоретические сведения.

Сварные резервуары должны удовлетворять требования прочности, жесткости, общей и местной устойчивости.

По типу расположения резервуары принято делить на надземные и подземные, по конструкции на вертикальные, горизонтальные и шаровые. Также резервуары могут быть двустенными и многокамерными, то есть состоящими из двух и более камер.

По условиям эксплуатации резервуары можно разделить на стационарные резервуары (стальные), переносные или перемещаемые (сборно-разборные, каркасные, нефтетанки), плавающие (для хранения и перемещения на воде) и транспортные (для перемещения на транспорте).

По способу сооружения существуют сборно-монолитные, сборные ёмкости и монолитные резервуары.

Определение высоты резервуара.

$$H = \sqrt[3]{\frac{V}{\pi}}, \text{ м где: } V - \text{объем резервуара, м}^3;$$

$\pi - 3,14;$

Определение толщины листов обечайки.

$$\delta = \frac{(n_1 \times \gamma \times y + n_2 \times P) R}{m \times R_p},$$

где: n_1 – коэффициент перегрузки, принимаем для гидростатического давления равным

1,1;

n_2 – коэффициент перегрузки, принимаем с учетом лишнего давления и вакуума 1,2; P – излишнее давление, Н/см²; m – коэффициент условия работы, принимаем 0,8; R_p – расчетное сопротивление, зависит от материала, МПа; y – расстояние от верхнего края до жидкости, м; γ – плотность жидкости, г/см³;

R – радиус резервуара, м;

Определяем площадь резервуара для того, чтобы рассчитать радиус резервуара.

$$\frac{d}{2};$$

$$A = \frac{V}{H};$$

где: V – объем резервуара, м³; H – высота резервуара, м.

$r =$ где: d – диаметр резервуара, м:

$$d = ,м$$

$$\sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}}$$

Прочность сварных швов в месте сопряжения днища и корпуса определяется отношением:

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq [\sigma]_p,$$

,МПа

где: M – изгибающий момент в месте сопряжения днища и корпуса, МН·м: $M = 0,1 \times \rho \times R \times \delta$, МНм где: ρ – давление, определяется по формуле: $\rho = \gamma \times y$;

R – радиус резервуара, м; δ – толщина листов, м;

W – момент сопротивления сечения резервуара, м³:

$$[\sigma]_p = R_p \times \frac{m}{n},$$

, м³

, МПа

где: R_p – расчетное сопротивление, зависит от материала, МПа;

n – коэффициент перегрузки, принимаем для гидростатического давления равным 1,1; m – коэффициент условия работы, принимаем 0,8.

Выводы: Сделайте выводы выполняется или нет условие прочности.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение резервуару.
2. Назовите основные этапы проектирования сварных резервуаров.
3. Как классифицируют резервуары.
4. Где применяют резервуары.

Расчетные данные приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 - Расчетные данные

№ варианта	Объем резервуара, м ³	Материал	Расстояние от верхнего края до жидкости, м	Плотность жидкости, г/см ³	Излишнее давление, Н/см ³
1	2000	09Г2С	0,8	0,014	0,1
2	1000	09Г2С	0,7	0,013	0,2
3	3000	10ХСНД	0,9	0,012	0,1
4	5000	09Г2С	0,8	0,011	0,2
5	4000	10ХСНД	0,9	0,01	0,1
6	3000	Ст3сп	0,6	0,014	0,2
7	6000	Ст3сп	1,2	0,013	0,1
8	7000	15ХСНД	1,0	0,012	0,2
9	3000	Ст3сп	0,9	0,011	0,1
10	2000	15ХСНД	0,7	0,01	0,2

Практическая работа №7.

Изучение технологической последовательности сборки-сварки решётчатых конструкций

Цель: приобрести практические навыки по определению порядка сборки решетчатых конструкций под сварку.

Краткие теоретические сведения

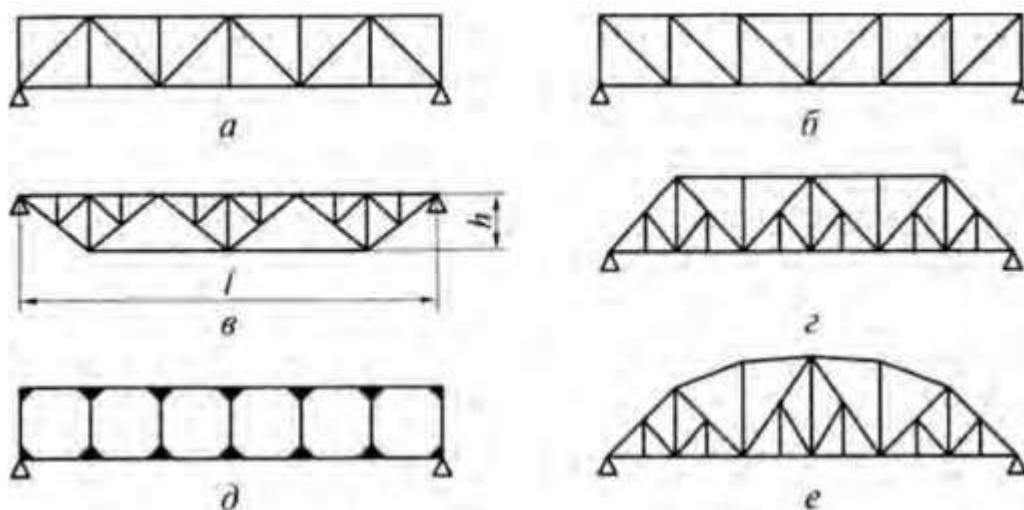
Решетчатые конструкции — фермы, мачты, балки — изготавливают преимущественно из прокатных элементов; гнутые и сварные профили используют в меньшей степени. К решетчатым конструкциям относят также арматуру железобетона — сетки, плоские и пространственные каркасы.

Решетчатые конструкции представляют собой систему стержней, соединенных в узлах таким образом, что стержни испытывают главным образом растяжение или сжатие. К ним относятся фермы, мачты, арматурные сетки и каркасы.

Фермы, как и балки, работают на поперечный изгиб. Конструктивные формы балок проще, однако при больших пролетах применение ферм оказывается более экономичным. Характерные схемы выполнения решеток ферм показаны на рис. 7.18.

Треугольная (рис. 7.18, *а*) и раскосная (рис. 7.18, *б*) схемы являются основными. Фермы, воспринимающие нагрузки по верхнему или нижнему поясам, с целью уменьшения длины панели изготавливают по схемам (рис. 7.18, *в*, *г*). Иногда применяют безраскосные фермы с жесткими узлами (рис. 7.18, *д*). По очертанию поясов фермы могут быть с параллельными поясами или с поясами, образованными ломаной линией (рис. 7.18, *е*).

По назначению фермы разделяют на стропильные и мостовые. Стропильные фермы работают при статической нагрузке. В



каче

Рис. 7.18. Схемы решеток ферм:

a — треугольная; *б* — раскосная; *в* — с укороченным нижним поясом; *г* — с укороченным верхним поясом; *д* — безраскосная; *е* — с поясом, образованным ломаной линией; *h* — высота фермы; *l* — пролет фермы

стве стержней используют главным образом прокатные и значительно реже гнутые замкнутые сварные профили и трубы.

Стержни в узлах соединяют либо непосредственно, либо с помощью вспомогательных элементов главным образом способами дуговой сварки. Перспективным является применение точечной контактной сварки.

При сборке ферм особое внимание уделяют правильному центрированию стержней в узлах во избежание появления изгибающих моментов, не учтенных расчетом.

Разнообразие типов и размеров ферм иногда не позволяет использовать преимущества их сборки в инвентарных кондукторах. В этих случаях нередко применяют метод копирования. Первую собранную по разметке ферму закрепляют на стеллаже — она служит копиром. При сборке детали каждой очередной фермы раскладывают и совмещают с деталями копирной фермы. После скрепления деталей прихватками собранную ферму (пока с односторонними уголками) снимают с копира, укладывают на стеллаже отдельно и ставят на нее недостающие парные уголки. Когда сборка требуемого количества ферм закончена, копирную ферму также дособируют и отправляют на сварку.

Первую собранную из уголков по разметке ферму (рис. 7.19, *a*) закрепляют на стеллаже — она служит копиром. При сборке детали каждой очередной фермы 2 раскладывают и совмещают с деталями 1 копирной фермы (рис.

7.19, *б*). После скрепления деталей 2

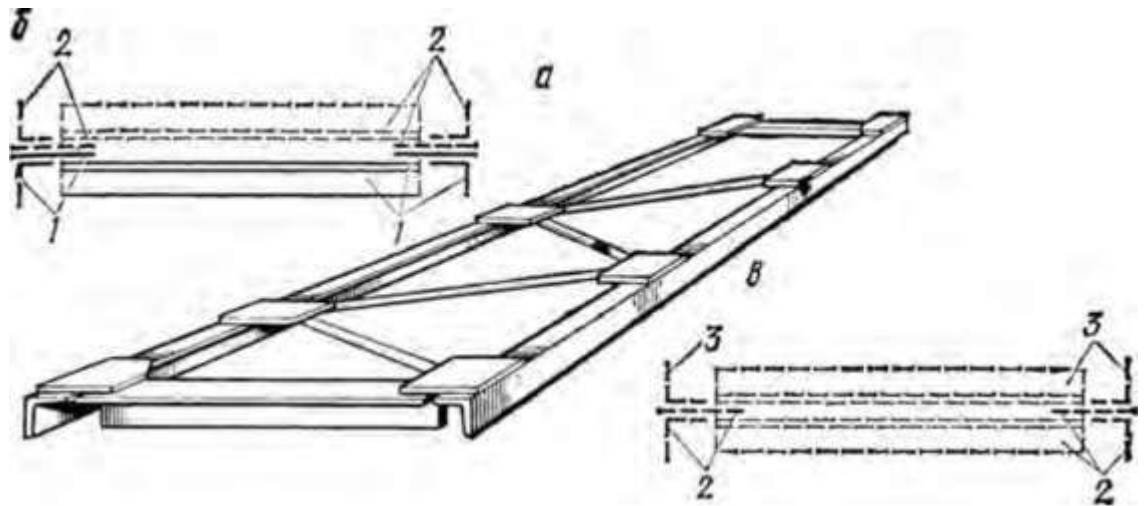


Рис. 7.19. Схема сборки фермы по копиру

прихватками собранную ферму (пока с односторонними уголками) снимают с копира, укладывают на стеллаже отдельно и ставят на нее недостающие парные уголки 3 (рис. 7.19, б). Когда сборка требуемого количества ферм закончена, копирную ферму также дособируют и отправляют на сварку. Такой способ прост и эффективен, но он не обеспечивает необходимой точности размеров ферм и правильного расположения монтажных отверстий, например для крепления ферм к колоннам.

Для увеличения точности сборки на концах копира укрепляют специальные съемные фиксаторы (рис. 7.20), которые определяют положение деталей с монтажными отверстиями и ограничивают геометрические размеры конструкции в пределах заданных допусков. Сборка ферм по копиру с фиксаторами производится в следующем порядке. Сначала устанавливают концевые планки 2,

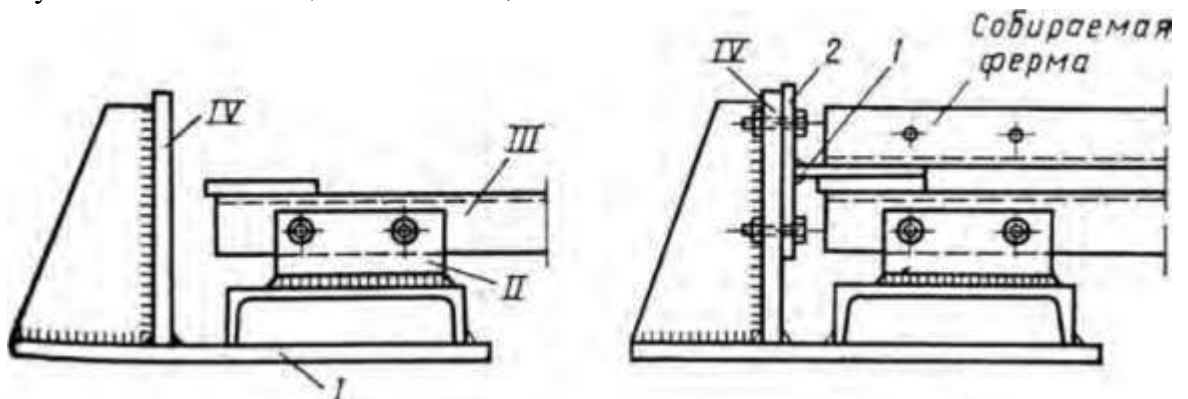


Рис. 7.20. Копир с фиксатором для сборки стропильных ферм

/ — основание фиксатора; II — крепление фиксатора к копиру; III — копир; IV — стойка фиксатора предварительно сваренные с фасонками 1. Их правильное положение обеспечивают совмещением монтажных отверстий концевых планок с отверстиями в стойке фиксатора 4. Затем на копире раскладывают все остальные элементы, производят прихватку, ферму снимают с копира, кантуют и дособируют, как описано выше.

При достаточно большом количестве выпускаемых ферм одного типоразмера становится экономически целесообразным использование кондукторов и кантователей. Кондуктор монтируют на базе плиты с Т-образными пазами. Плита состоит из отдельных секций и оснащена элементами универсальных сборочных приспособлений — опор, упоров, горизонтальных и вертикальных прижимов, фиксаторов. Детали устанавливают по упорам и перед прихваткой зажимают при помощи сборочных приспособлений:

эксцентриковых зажимов, струбцин, вилок или с помощью переносной пневмогидравлической струбцины.

В кондукторе фермы собирают без кантовки. Для их поворота при сборке нередко используют устройство, дополняющее сборочный кондуктор (рис. 7.21). С помощью рамки 2 собранную ферму сначала ставят в вертикальное положение, а затем передают на стенд 3, причем в каждом из этих положений выполняют соответствующие швы. В это время на кондукторе 1 производят сборку следующей фермы.

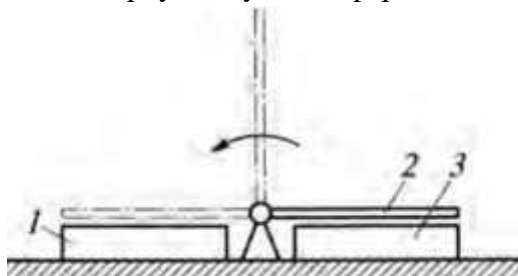


Рис. 7.21. Схема устройства для сборки и сварки ферм
1 — кондуктор; 2 — поворотная рамка; 3 — стенд

Использованию механизированных поточных методов при изготовлении ферм препятствует не только разнообразие типоразмеров и небольшое число изделий в серии, но и низкая технологичность типовых конструктивных решений. Большое количество деталей, составляющих ферму, усложняет сборочные операции, приводит к необходимости выполнения множества швов, различным образом ориентированных в пространстве, и требует кантовки собранного изделия при сварке. Качество получаемых соединений в значительной мере зависит от квалификации сварщиков и ряда других факторов, характерных для ручного производства.

Уменьшить массу фермы позволяет использование трубчатых профилей. Однако для труб круглого сечения непосредственное соединение элементов в узле получается весьма трудоемким. Иногда концы труб относительно небольших диаметров сплющивают, что упрощает их соединение в узлах способами дуговой сварки. Значительно проще оказывается соединение в узлах труб прямоугольного или квадратного сечения.

Подготовка их к сборке и сварке требует фигурной обрезки концов на специальных машинах термической резки. Иногда концы труб относительно небольших диаметров сплющивают, что упрощает их соединение в узлах дуговой сваркой. Сплюсненные по концам трубы можно соединять в пространственный узел ванной сваркой, как показано на рис. 7.22. Торцы сплюсненных частей образуют ограниченное по периметру пространство, куда в процессе сварки вводят электрод или гребенку электродов. Такие узлы применяются в пространственно-стержневых несущих конструкциях большепролетных покрытий спортивных сооружений и рынков.

При значительных размерах решетчатую конструкцию изготавливают на заводе по частям и отправляют на место монтажа отдельными секциями.

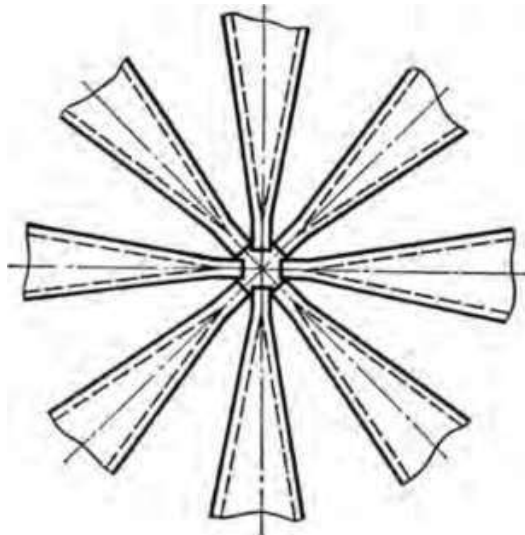


Рис. 7.22.

Соединение концов труб в пространственный узел ванной сваркой способа транспортировки; при перевозке по железной дороге исходят из габарита подвижного состава. Секции обычно представляют собой пространственные конструкции; в случае их серийного производства для сборки используют специальные кондукторы. Пространственные решетчатые конструкции башенного типа (радиомачты, радиобашни, конструкции буровых вышек и др.) имеют большую высоту и подвергаются значительным ветровым нагрузкам, поэтому их изготавливают преимущественно из трубчатых элементов. Так, например, стандартная радиомачта представляет собой решетчатую конструкцию, удерживаемую в вертикальном положении расчалками. Ее ствол выполняют из отдельных взаимозаменяемых секций. При монтаже башни секции соединяют на болтах с помощью фланцев, привариваемых к торцам поясных труб каждой секции. Точность расположения фланцев, а также совпадение отверстий на монтаже обеспечиваются заводской сборкой секций в кондукторе.

В строительстве в настоящее время основными элементами являются сборные железобетонные конструкции, изготавливаемые индустриальными методами на заводах. Монолитные железобетон-

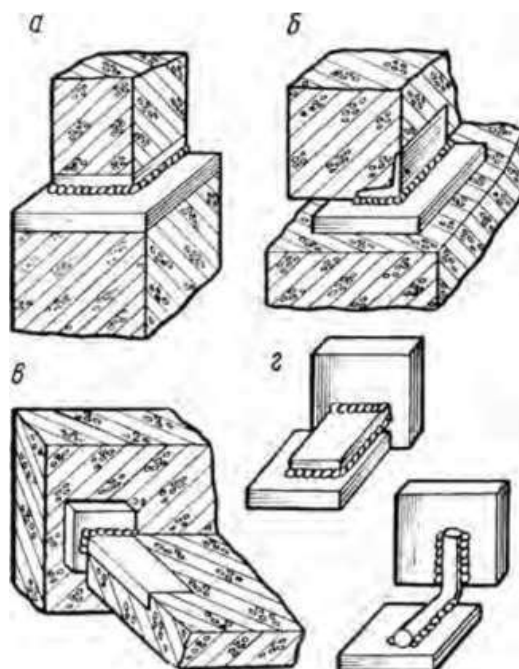


Рис. 7.23.

Монтажные соединения сборных железобетонных элементов ные сооружения строятся значительно реже. Методы, техника и технология сварки арматурных элементов в значительной степени определяются местом производства работ (завод, полигон, монтажная площадка). Контактная сварка наиболее производительна, но ее применение обычно ограничивается заводами и полигонами сборного железобетона. При изготовлении каркасов для монолитных железобетонных сооружений и выполнении монтажных соединений сборного железобетона применяют главным образом электродуговую, ванную и электрошлаковую сварку. Сборные железобетонные элементы обычно имеют закладные детали, расположенные в местах примыкания одного элемента к другому. При монтаже жилых зданий эти закладные детали сваривают ручной дуговой сваркой друг с другом либо непосредственно (рис. 7.23, а—в), либо с помощью дополнительных связующих элементов: пластин, уголков, швеллеров или арматурных прутков (рис. 7.23, г). В промышленности и при строительстве энергетических сооружений стыковку сборных железобетонных элементов нередко осуществляют сваркой арматурных стержней, выступающих из каждого сборного элемента.

Контрольные вопросы

1. Какую оснастку используют для сборки и сварки балок двутаврового сечения в условиях мелкосерийного производства?
2. Чем определяется целесообразность использования прокатных широкополочных двутавров и тавров при изготовлении сварных балок и других конструкций?
3. Какова последовательность выполнения сборочно-сварочных операций при изготовлении балок коробчатого сечения?
4. Какие существуют характерные типы стыков балок двутаврового сечения и в чем заключаются особенности их сборки и сварки на монтаже?
5. В чем состоят характерные особенности оснастки, используемой при сборке и сварке рамных конструкций?
6. Какие приемы сборки и сварки плоских ферм используют в условиях мелкосерийного производства?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №10

Тема 1.2. Технология изготовления сварных конструкций

Изучение порядка сварки и наложения слоёв шва при сварке труб различного диаметров в различных пространственных положениях.

Цель работы: ознакомиться с порядком сварки и наложения слоев шва при сварке труб различных диаметров в различных пространственных положениях

Теоретические сведения.

Почти 60% объема сварочных работ при строительстве трубопроводов приходится на ручную дуговую сварку. Это соединение секций или отдельных труб в непрерывную нитку, сварка переходов через естественные или искусственные преграды, сварка крановых узлов, отводов и др.

При сооружении трубопроводов сварные стыки могут быть поворотными, неповоротными и горизонтальными (рис.1).

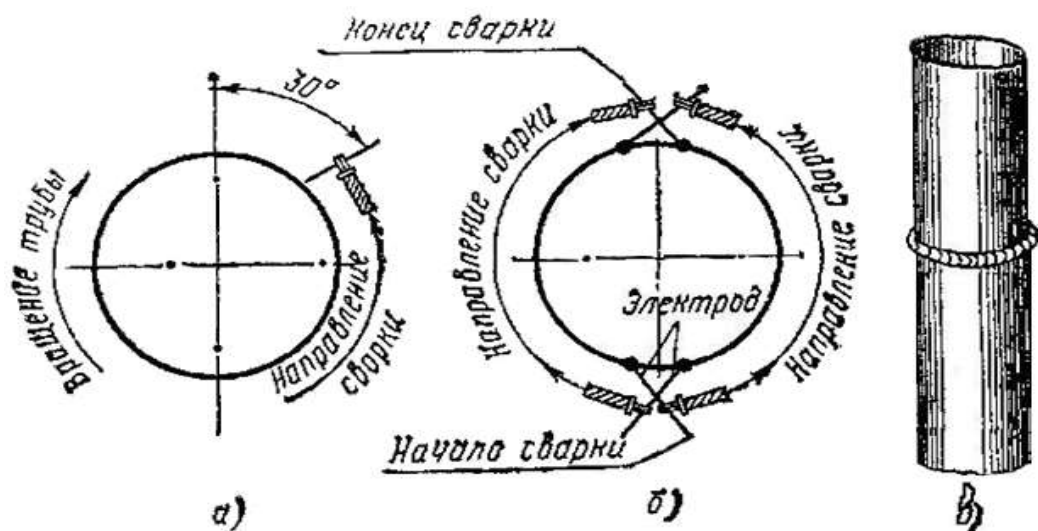


Рис.1 Сварные стыки труб:

а – поворотный; б – неповоротный; в – горизонтальный

Перед сборкой и сваркой трубы проверяют на соответствие требованиям проекта, по которому сооружается трубопровод, и техническим условиям. Основными требованиями проекта, а также технических условий являются: наличие сертификата на трубы; отсутствие эллипсности труб; отсутствие разностенности труб; соответствие химического состава и механических свойств металла трубы требованиям, указанным в технических условиях или ГОСТах. При подготовке стыков труб под сварку проверяют перпендикулярность плоскости реза трубы к ее оси, угол раскрытия шва и величину притупления. Угол раскрытия шва при толщине стенок трубы 8...12 мм должен составлять 60 - 70°, а величина притупления – 2...2,5 мм (рис.2).

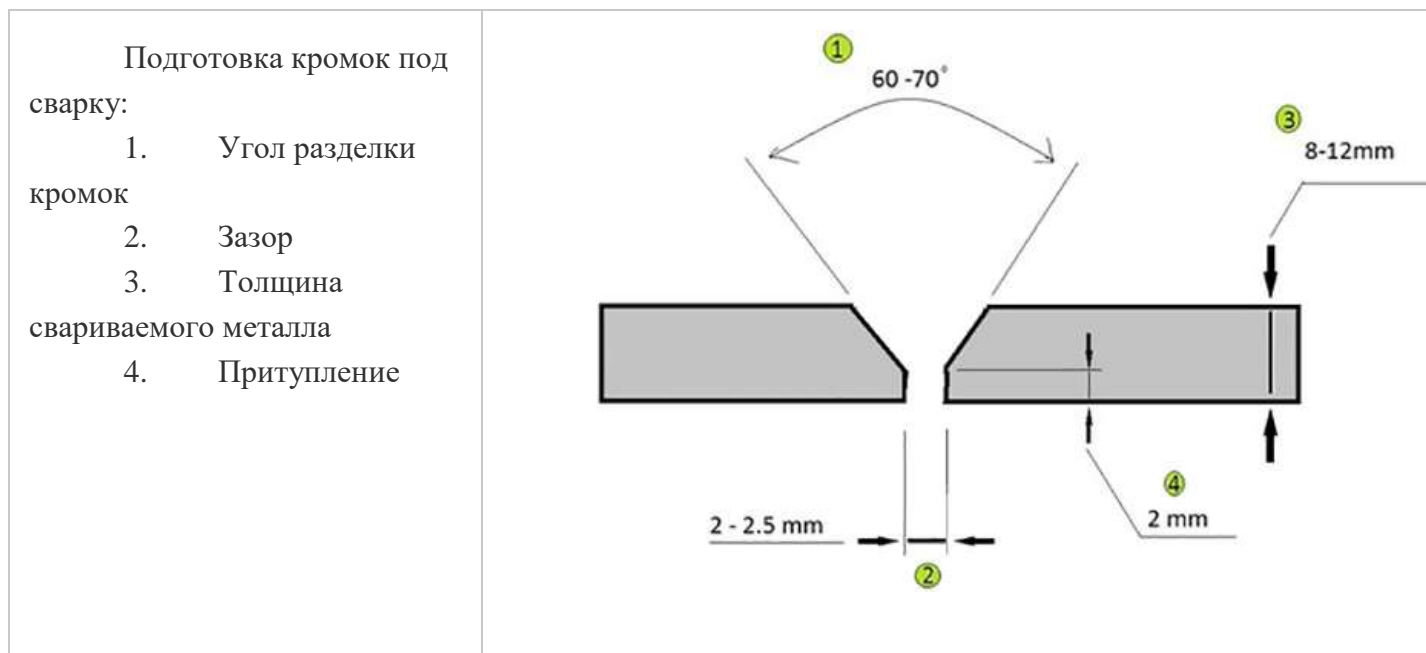


Рис.2 Подготовка кромок труб под сварку при толщине стенок 8...12 мм

При толщине стенки 16 мм и более трубы большого диаметра могут поставляться с комбинированной разделкой кромок в соответствии с рис.3.

Типы разделки кромок труб для ручной дуговой сварки, односторонней автоматической сварки под флюсом, полуавтоматической сварки в защитных газах

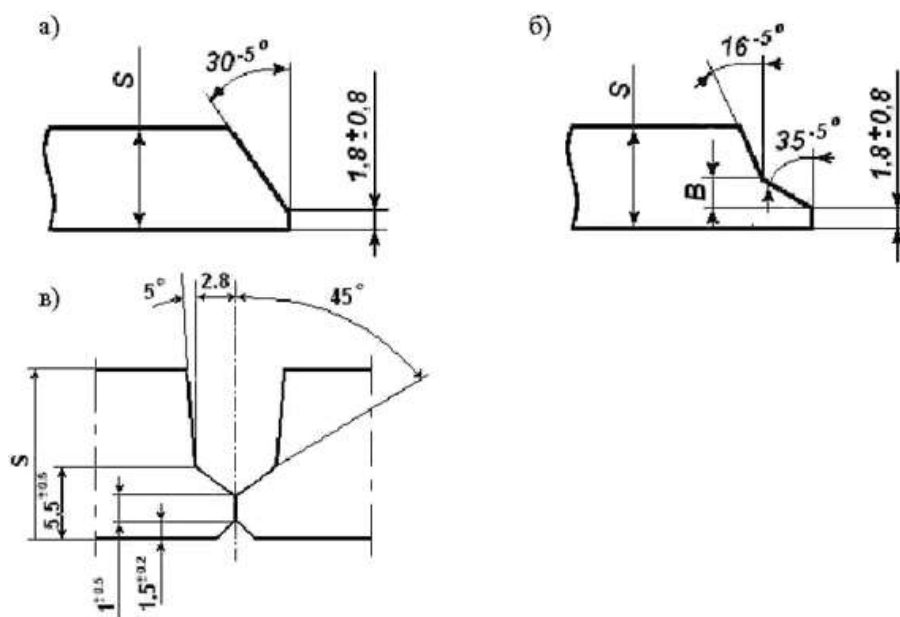


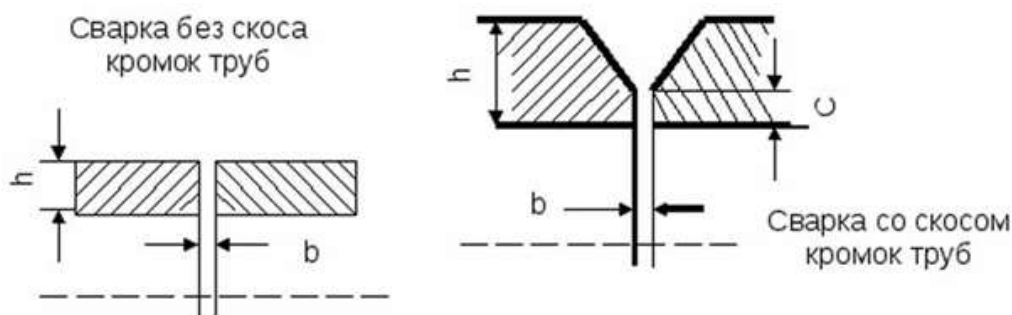
Рис.3. Типы разделки кромок.

а) - для труб диаметром 57-1420 мм с толщиной стенки до 16 мм и после газовой резки

б) - для труб диаметром 273-1420 мм с толщиной стенки более 15 мм

в) - для автоматической сварки труб в защитных газах

При строительстве распределительных трубопроводов допускается ручная дуговая сварка труб без разделки кромок с толщиной стенки до 4 мм (рис.4).



Способы разделки труб перед сваркой.

Рис.4. Способы разделки труб перед сваркой

Фаски снимают с торцов труб механическим способом, газовой резкой или другими способами, обеспечивающими требуемую форму, размеры и качество обработанных кромок. Разностенность толщин стенок свариваемых труб и смещение их

кромки не должны превышать 10% толщины стенки, но быть не более 3 мм. При стыковке труб должен обеспечиваться равномерный зазор между соединяемыми кромками стыкуемых элементов, равный 2...3 мм.

Перед сборкой кромки стыкуемых труб, а также прилегающие к ним внутренние и наружные поверхности на длине 15...20 мм очищают от масла, окалины, ржавчины и грязи.

Прихватки, являющиеся составной частью сварного шва, выполняют те же сварщики, которые будут сваривать стыки, с применением тех же электродов.

При сварке труб диаметром до 300 мм прихватка выполняется равномерно по окружности в четырех местах швом высотой 3...4 мм и длиной 50 мм каждая. При сварке труб диаметром более 300 мм прихватки располагают равномерно по всей окружности стыка через каждые 250...300 мм.

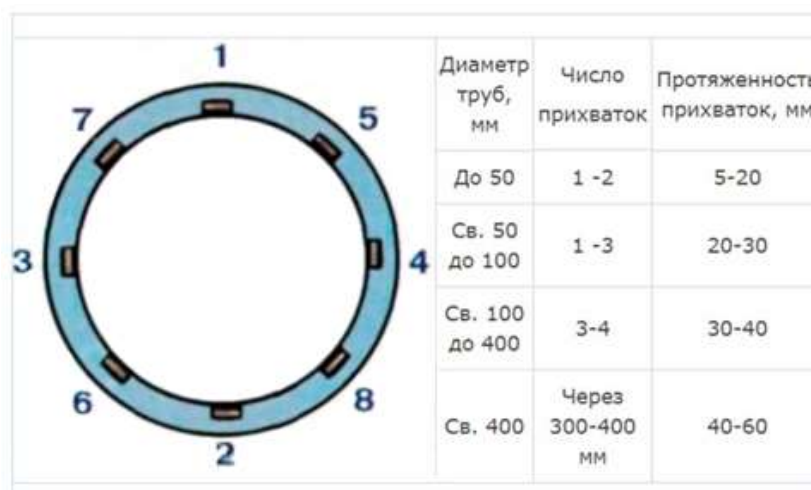


Рис.5. Зависимость числа прихваток от диаметра трубы

При монтаже трубопроводов необходимо стремиться к тому, чтобы по возможности больше стыков сваривалось в поворотном положении.

Количество слоев шва при дуговой сварке труб определяется толщиной стенок труб и их диаметром. При толщине труб свыше 8 мм и диаметре более 300 мм сварку ведут в 4 слоя (корневой, 2 основных, декоративный). В случае, когда толщина стенок трубы до 8 мм, сварку выполняют в два слоя сплошным швом. По внешнему виду сварной шов должен иметь слегка выпуклую поверхность с плавным переходом к поверхности основного металла. Высота усиления шва должна быть одинаковой по всему периметру в пределах от 1 до 3 мм, ширина не должна превышать 2,5 толщины стенки трубы.

Сварку труб малого диаметра и малой толщины стенки производят поворотным способом. В процессе сварки поворачивают трубу (рис.6) в сторону, противоположную направлению сварки.

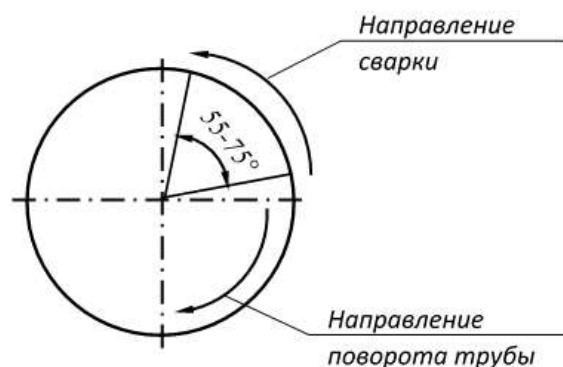


Рис.6. Схема сварки стыка труб малого диаметра.

Второй слой выполняют аналогично первому, но в противоположном направлении.

Трубы, толщина стенки которых составляет 8...12 мм, сваривают в три слоя плюс декоративный шов.

Первый слой создает местный провар в корне шва и надежное оплавление кромок. Для этого необходимо, чтобы наплавленный металл образовал внутри трубы узкий ниточный валик высотой 1...1,5 мм, равномерно распределяющийся по всей окружности. Используют электроды диаметром 2...3 мм. Для получения провара без сосулек и грата движение электрода должно быть возвратно-поступательным с непродолжительной задержкой электрода на сварочной ванне, незначительным поперечным колебанием между кромками и образованием небольшого отверстия в вершине угла скоса кромок. Отверстие получается в результате проплавления основного металла дугой. Размер его не должен превышать 2 мм – больше установленного зазора между трубами. Второй и третий слой выполняют электродом диаметром 4...5 мм и при повышенном токе одним из следующих способов: поворотом трубы на 180° и поворотом трубы на 90°.

Поворот трубы на 180° (рис.7).

Стык делят на 4 участка. Вначале сваривают участки 1 – 2, после чего трубу поворачивают на 180° и заваривают участки 3 – 4 (рис.7, а). Трубу поворачивают еще на 90° и сваривают участки 5 – 6, затем поворачивают трубу на 180° и сваривают участки 7 и 8 (рис.7, б). В процессе сварки нужно следить за тем, чтобы начало и конец шва не совпадали, перекрытие смежного слоя составляет 20...25 мм.

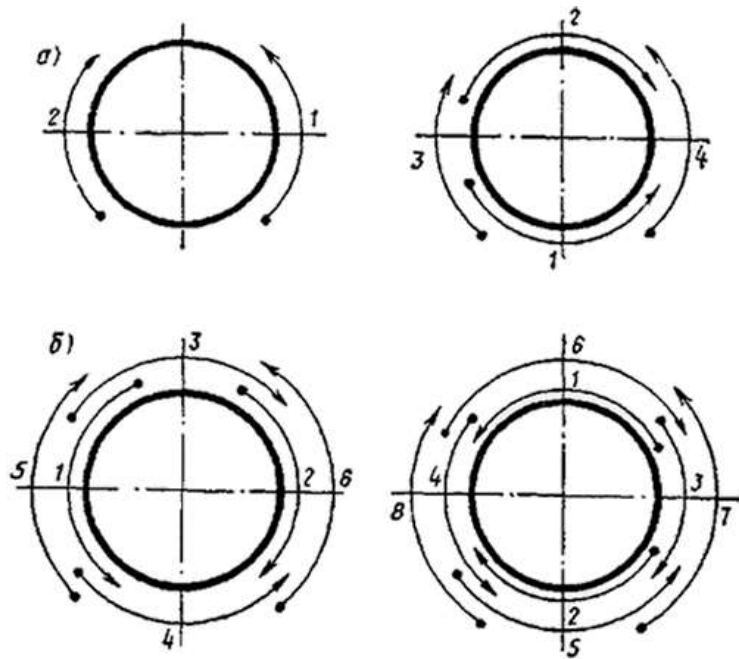


Рис.7. Схемы сварки стыка трубы:

а – второго слоя; б – третьего слоя

Поворот трубы на 90° (рис.8).

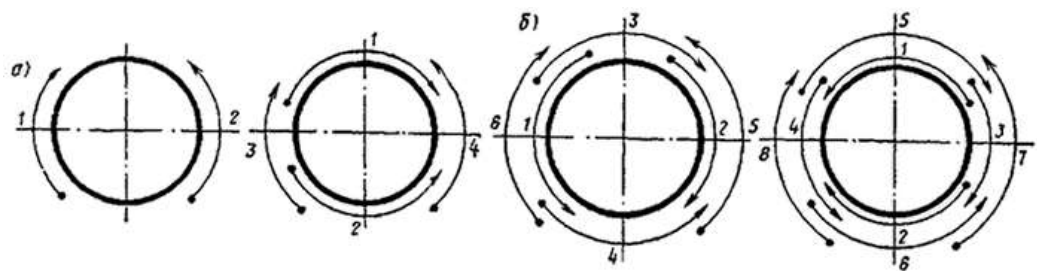
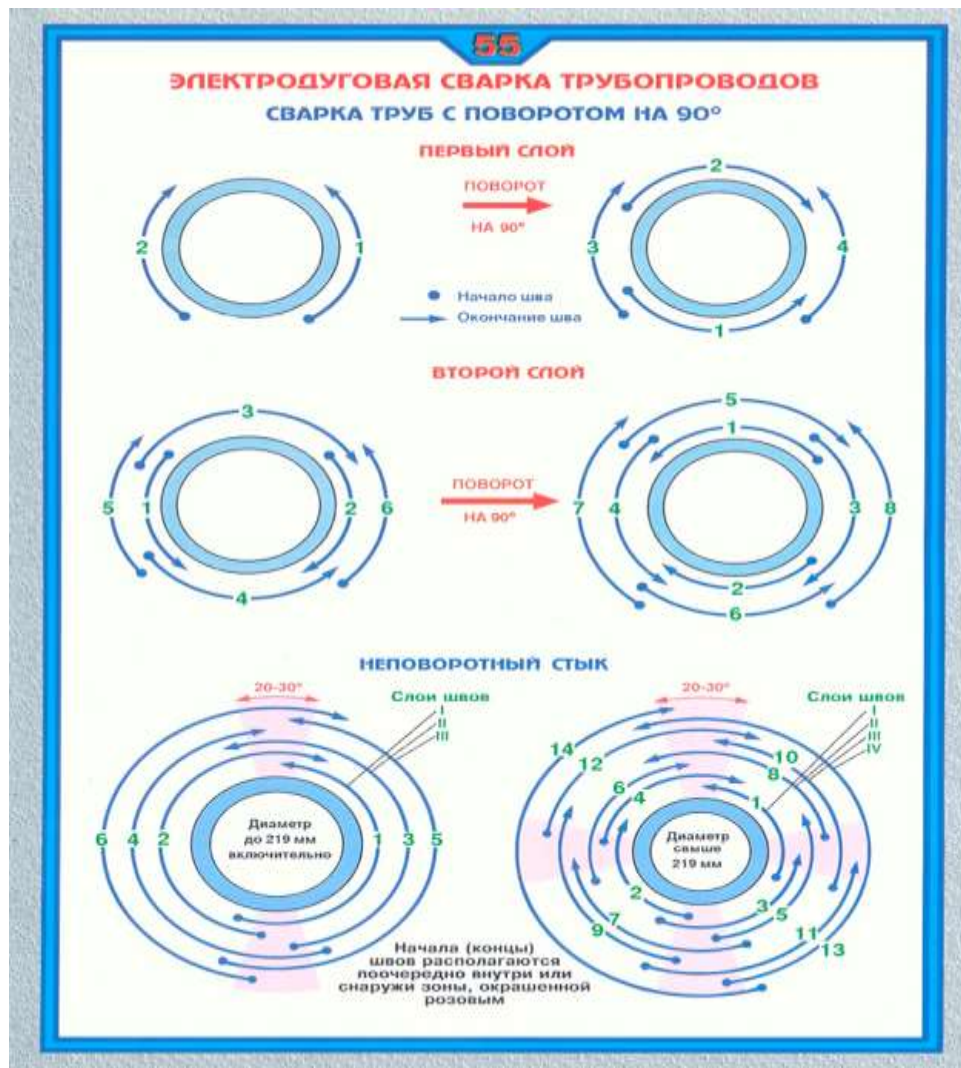


Рис.8. Схемы сварки стыка трубы:

а – второго слоя; б – третьего слоя

Стык также делят на 4 участка. Вначале сваривают участки 1 – 2. Затем трубу поворачивают на 90° и сваривают участки 3 – 4 (рис.8, а). После сварки второго слоя трубу поворачивают на 90° и сваривают участки 5 – 6, затем поворачивают на 90° и сваривают участки 7 – 8 (рис.8, б).



Четвертый декоративный слой во всех рассматриваемых выше способах накладывают в одном направлении при вращении трубы.

Трубы диаметром более 500 мм сваривают обратноступенчатым способом. Длина каждого участка зависит от диаметра трубы и составляет 150...300 мм (рис.9).

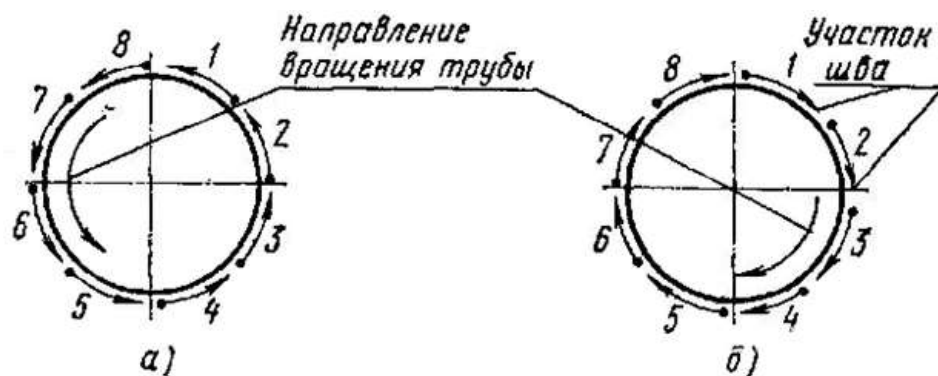


Рис.9. Схема сварки стыка труб большого диаметра:

а – первого слоя; б – второго слоя

Сварка неповоротных стыков – один из самых сложных видов сварочных работ. Основная сложность заключается в необходимости выполнения сварки в различных положениях.

Неповоротные стыки по положению в пространстве бывают вертикальными (ось трубы горизонтальная) и горизонтальными (ось трубы вертикальная).

Неповоротные стыки труб при толщине стенок свыше 3 мм сваривают несколькими слоями, высота каждого слоя не должна превышать 4 мм, а ширина валика должна быть равна 2...3 диаметрам электрода. Стыки труб диаметром более 300 мм сваривают обратноступенчатым способом, длина каждого участка должна быть 150...300 мм. Каждый участок сваривается короткой дугой, равной половине диаметра электрода. Перекрытие швов (замок) зависит от диаметра детали и может составлять от 20 до 40 мм. Начинать сварку надо «углом назад», а заканчивать «углом вперед».

Сварка вертикальных стыков.

Процесс начинается с потолочного положения и заканчивается на нижнем положении. Наиболее жесткие требования предъявляются к качеству корневого шва. При его выполнении необходимо следить за равномерным проплавлением кромок деталей, чтобы получить равномерный обратный валик с усилением 1...3 мм на внутренней поверхности шва. Первый слой сваривают при возвратно-поступательном движении электрода с задержкой дуги на сварочной ванне. Это позволяет проплавливать кромки стыка с образованием узкого ниточного валика высотой 1...1,5 мм на его внутренней стороне. При этом на свариваемые кромки не должны попадать брызги расплавленного металла, и сварка должна быть выполнена без прожогов. Для этого дуга должна быть короткой. Отрывая дугу от ванны, нельзя удалять ее более чем на 1...2 мм. Перекрытие начала и конца смежного слоя должно составлять 20...25 мм. Последующий слой сварки должен быть смещен от нижней точки окружности трубы на 5...6 см, и так каждый последующий слой относительно начальной точки предыдущего. Электрод при сварке второго и последующих слоев должен иметь поперечные колебания от края одной кромки к краю другой кромки. При сварке поверхность каждого шва должна быть вогнутой или слегка выпуклой. Чрезмерная выпуклость шва, особенно при потолочной сварке, может быть причиной непровара. Заполняющие слои шва надежно сплавляются между собой и проплавливают кромки свариваемых труб. После каждого слоя шва необходимо обязательно очищать поверхность шва от шлака. Последний слой выполняется высотой 2...3 мм и шириной на 2...3 мм большей, чем ширина разделки кромок; он должен иметь плавный переход от наплавленного металла к основному. Порядок выполнения вертикальных неповоротных стыков показан на рис.10.

Порядок наложения слоев при сварке одним сварщиком горизонтальных неповоротных стыков труб:

диаметром до 219 мм

диаметром более 219 мм

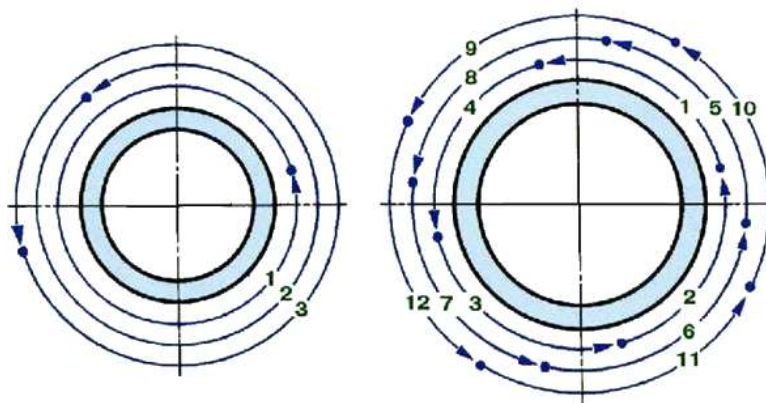


Рис.10. Порядок выполнения вертикальных неповоротных стыков.

Сварку труб большого диаметра могут выполнять одновременно несколько сварщиков (их число может достигать четырех). Как правило, если сварщиков двое, то они выполняют сварку снизу, и идут вверх по периметру в направлении (по циферблату часов) 6 – 3 – 12 и 6 – 9 – 12. (рис.11). При этом в потолочной части стыка замок следует смещать на 50...60 мм от нижней точки окружности трубы. В двух смежных слоях замки должны отстоять друг от друга не менее чем на 50...100 мм.

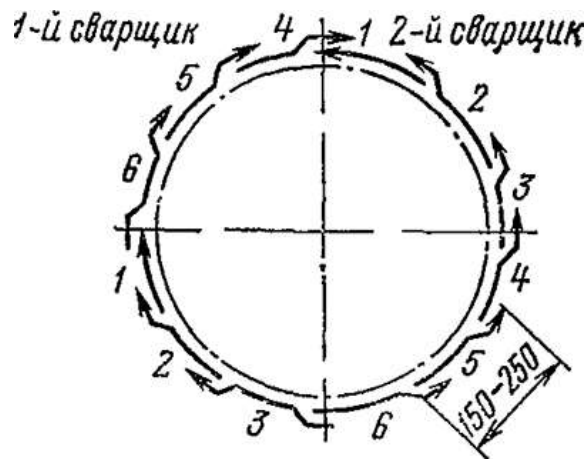


Рис.11. Последовательность наложения швов при работе 2-х сварщиков

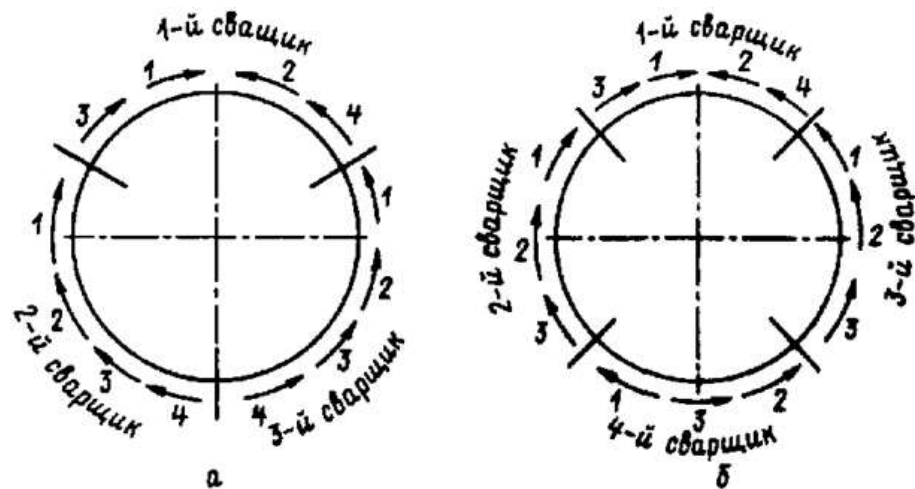


Рис.12. Последовательность наложения швов при работе нескольких сварщиков:

а – трех; б - четырех

Сварка горизонтальных стыков.

При сварке горизонтальных стыков труб на кромке нижней трубы фаска не снимается или снимается угол 10...15°, что улучшает процесс сварки без изменения ее качества. Лучшим методом сварки горизонтальных стыков является сварка отдельными валиками небольшого сечения. Первый валик накладывают в вершине шва электродами

диаметром 3...4 мм при возвратно-поступательном движении электрода с обязательным образованием на внутренней стороне стыка узкого ниточного валика высотой 1...1,5 мм.

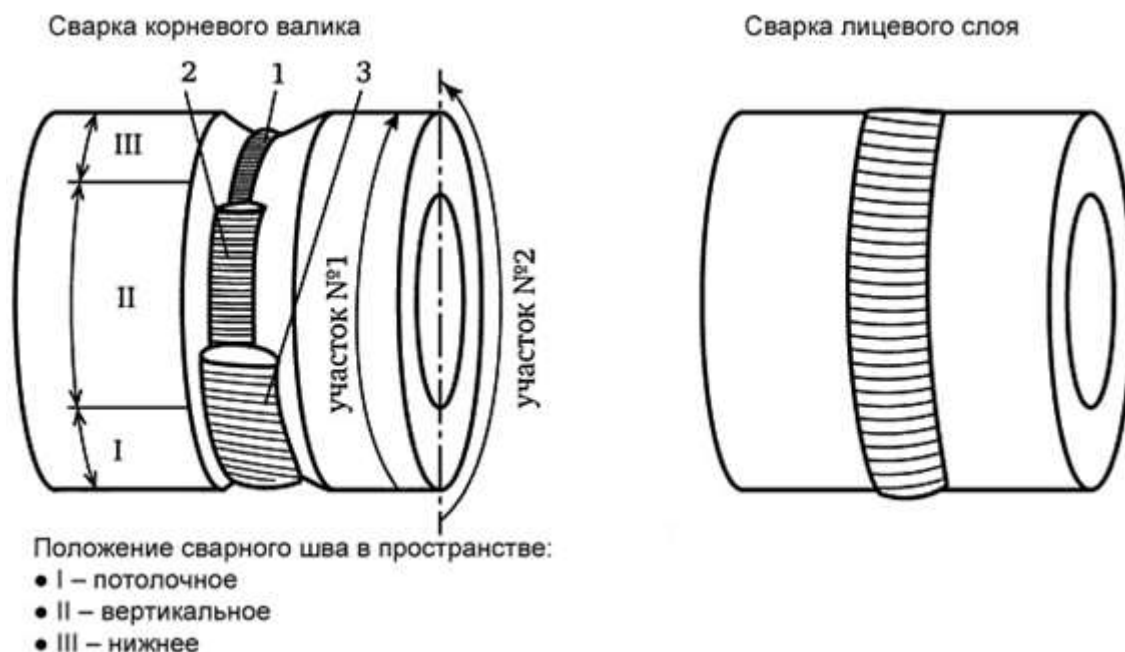


Рис.13. Сварка горизонтального стыка

После первого валика (слоя) зачищают его поверхность, второй валик накладывают так, чтобы он перекрывал первый при возвратно-поступательном движении электрода и его небольшом колебании от края нижней кромки до края верхней кромки. Сварку выполняют в том же направлении, что и сварку первого слоя (валика). Затем ток увеличивают и сваривают третий валик электродами диаметром 4...5 мм. Третий валик накладывают в направлении, противоположном первому, он должен перекрывать 70% ширины второго валика. Четвертый валик укладывают в том же направлении, но располагают в углублении между третьим валиком и верхней кромкой.

Сварка неповоротных стыков труб требует опыта выполнения данного вида работ, поэтому ее доверяют профессионалам. Особенно, если речь идет о трубопроводах с повышенными требованиями к герметичности сварных соединений.

При сварке стыка трубы более чем в три слоя, начиная с третьего слоя, каждый последующий выполняется в противоположном направлении по отношению к предыдущему. Трубы диаметром до 200 мм сваривают сплошными швами, а диаметром более 200 мм – обратноступенчатым методом. Горизонтальные неповоротные стыки сваривают «углом назад». Наклон электрода относительно вертикальной оси должен составлять 80...90°. Сваривать рекомендуется дугой средней длины.

После сварки сварщик обязан очистить стык от шлака и брызг, осмотреть и исправить все наружные дефекты и поставить клеймо.

2. Порядок проведения работы

2.1. Используя материал, представленный для изучения, материалы лекций 6 «Технологичность сварных конструкций. Общие понятия о технологическом процессе изготовления сварных конструкций» и 7 «Технология заготовительного производства. Правка, гибка металла, механическая и термическая резка», материалы

интернет-ресурсов, основную и дополнительную литературу, ознакомиться с порядком сварки и наложения слоев шва при сварке труб различных диаметров в различных пространственных положениях.

2.2. Изучить самостоятельно и описать процесс аргоно-дуговой сварки тонкостенных труб.

3. Содержание отчета.

Отчет должен содержать:

3.1. Описание процесса сборки и сварки труб малого и большого диаметра.

3.2. Проведение сравнительного анализа сварки труб малого и большого диаметра.

3.3. Описание процесса сварки в среде аргона труб малой толщины.

4. Контрольные вопросы.

- Какими бывают сварные стыки труб?
- Каковы особенности подготовки кромок под сварку стыка труб?
- Каков порядок сборки и сварки поворотного стыка труб?
- Каков порядок сборки и сварки неповоротного стыка труб?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №11

Тема 1.2. Технология изготовления сварных конструкций

Изучение технологической последовательности сборки-сварки решётчатых конструкций

Цель работы: научиться разрабатывать техпроцесс сборки решетчатых конструкций, заполнять операционную карту по соответствующему технологическому процессу.

Теоретические сведения.

Решетчатые конструкции состоят из элементов прокатного и составного профиля, соединяемых между собой в узлах. Основными элементами ферм являются пояса, а в мачтах и колоннах — опорные стойки, соединенные между собой стержнями решетки (раскосами, стойками, распорками и связями). Фермы бывают плоские, у которых составляющие ее стержни лежат в одной плоскости, и пространственные, составленные из нескольких плоских.

Сборка и сварка плоских ферм производятся преимущественно на стеллажах или на козлах, хорошо выверенных по уровню. Процесс сборки плоской фермы выполняется примерно в такой последовательности.

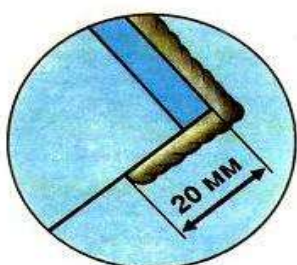
1. На стеллажах, пользуясь фиксаторами, ограничителями и закрепляющими устройствами, выкладывают согласно чертежу первые ветви верхнего и нижнего пояса фермы.

2. В узловых точках поясов устанавливают косынки, прижимают их струбцинами или скобками к ветвям поясов и прихватывают.

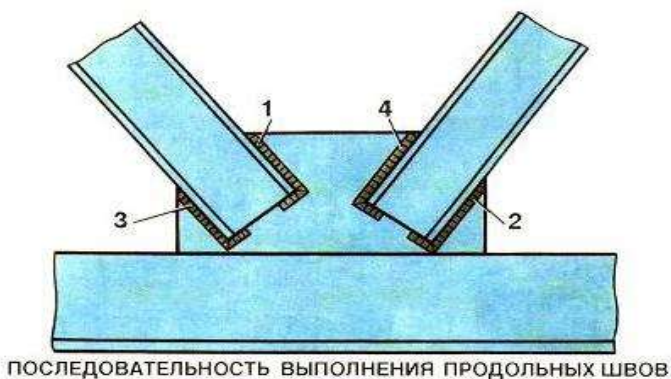
3. Проверяют правильность положения поясов и узловых точек, измеряя линейкой или струной по направлению стоек, раскосов и связей их теоретическую длину между взаимно противоположными точками и одновременно наносят на косынках риски по направлению



Каждый элемент при сборке прихватывают швом длиной 30-40 мм. Ближко расположенные швы нельзя выполнять сразу. Вначале дают остыть тому участку основного металла, где будет накладываться близко расположенный шов. Это снизит перегрев металла и пластические деформации



Конец продольного шва выводят на торец привариваемого элемента на длину 20 мм



4. Выкладывают первые ветви стоек и раскосов, выдерживая величину минуса в каждом узле и, ориентируясь по совпадению рисок на косынках и на концах стержней решетки, прижимают стержни к косынкам и ставят прихватки

5. Кантуют собранную ветвь фермы на 180°, выкладывают согласно чертежу прокладки на поясах и элементах решетки, прижимают их и прихватывают.

6. Выкладывают вторые ветви поясов, стоек, раскосов и связей, ориентируясь по первой ветви каждого элемента, прижимают их и прихватывают к косынкам и прокладкам.

7. Производят сварку собранной фермы. Сварку узлов начинают от середины фермы и ведут симметрично к ее концам. В каждом узле сначала приваривают косынки к поясам, а затем стойки и раскосы к косынкам.

8. Кантуют второй раз ферму на 180° и производят в таком же порядке сварку узлов со стороны первых ветвей поясов, стоек и раскосов. Если после выполнения рабочих операций по сборке фермы, указанных в п. 4, произвести на первой ветви сварку узлов, как описано в п. 7, то вторая кантовка фермы станет излишней. При этом деформация фермы из ее плоскости после сварки узлов на первой ветви будет увеличена и возможно потребуются правка ее. После выполнения сварки узлов на второй ветви фермы (после ее кантовки) эта деформация станет значительно меньше.

9. После сварки всех швов ферма подвергается заключительным операциям, по окончании которых поступает в склад готовой продукции. Помимо описанной в общих чертах сборки и сварки плоской фермы, в зависимости от наличия технологической оснастки и характера ее, ход сборочно-сварочных операций может быть изменен, однако порядок сварки узлов всегда следует вести от середины фермы к ее концам. При изготовлении пространственной решетчатой конструкции ее разбирают на плоские фермы, которые могут быть собраны и сварены описанным выше способом. Затем сваренные плоские фермы соединяются связями и свариваются. В процессе сварки пространственной решетчатой конструкции необходимо ее несколько раз кантовать для сварки узлов со всех сторон.

ЗАДАНИЯ

Задание № 1

Начертите таблицу, опираясь «Основные положения» заполните таблицу.

КАРТА типового технологического процесса				
Форма 12				
операции	наименование и содержание операции	Оборудование (код, наименование и инвентарный номер)	Приспособление инструмент (код и наименование)	Особые указания

пример

КАРТА типового технологического процесса				
Форма 12				
операции	наименование и содержание операции	Оборудование (код, наименование и инвентарный номер)	Приспособление инструмент (код и наименование)	Особые указания
	Подготовка стержневой смеси. Подготовка к запуску. После смены проверить наличие песка в бункере над ленточным конвейером. При его отсутствии насыпать коробку мешками с песком и подать ее на площадку обслуживания бункера песка.	Оборудование 05-01АА-01 мостовой магнитно-серный г/п 5,5 т/с инвентарный номер 25835-83	Инструмент бокорез 207.7869-5637	Нахождении Бункер 05-01 в ремонте или обслуживании, ввести в эксплуатацию Бункер 05-10АА-02

МДК 01.03. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ И СБОРОЧНЫЕ ОПЕРАЦИИ ПЕРЕД СВАРКОЙ.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1

Тема 1.1. Подготовительные операции перед сваркой

Изучение типовых операций заготовительного производства.

Цель работы:

«Научиться составлять технологическую последовательность операций разметки линий на металлической поверхности с помощью чертилки и линейки».

Теоретические сведения.

Разметкой называется операция нанесения на поверхность заготовки линий (рисок), показывающих согласно чертежу, контуры детали или места, подлежащие обработке. Разметку подразделяют на:

- линейную (одномерную) – по длине прутков, проката, полосовой стали,
- плоскостную (двумерную) – для заготовок из листового металла,
- пространственную (объемную, трехмерную) – для объемных заготовок.

К специальному разметочному инструменту относятся чертилки, кернеры, разметочные циркули, рейсмусы. Кроме этих инструментов используются молотки, разметочные плиты и вспомогательные приспособления: подкладки, домкраты и т.д.

Основное назначение разметки заключается в указании границ, до которых надо обрабатывать заготовку. Однако в целях экономии времени простые заготовки часто обрабатывают без предварительной разметки. Например, чтобы изготовить обыкновенную шпонку с плоскими торцами, достаточно отрубить кусок квадратной стали определенного размера, а затем опилить до нужного размера.

В процессе обработки с поверхности заготовки снимается излишний слой металла, называемый припуском. В зависимости от величины припуска его можно снимать сразу или постепенно на токарных, фрезерных и других станках или путем слесарной обработки.

Для того, чтобы при обработке снять с заготовки только припуск и получить деталь с соответствующими чертежу формами и размерами, в ряде случаев заготовку до обработки размечают, т. е. на поверхностях заготовки с помощью специальных инструментов (масштабной линейки, циркуля, чертилки и др.) откладывают по чертежу детали, и проводят линии, указывающие границы, до которых надлежит снимать припуск. Линии, нанесенные на поверхности детали, называют рисками; по разметочным рискам производят обработку заготовок.

Обработку по разметке нельзя, однако, считать совершенным способом. Как бы аккуратно ни наносили разметочные риски и как бы тонки они ни были, точность обработки по рискам (по разметке) невелика и колеблется от 0,2 до 0,5 мм.

Последовательность нанесения разметки

Разметочные линии наносят в такой последовательности: сначала проводят горизонтальные, затем — вертикальные, после этого — наклонные и последними — окружности, дуги и закругления. Вычерчивание дуг в последнюю очередь дает возможность проконтролировать точность расположения прямых рисков: если они нанесены точно, дуга замкнет их, и сопряжения получатся плавными.

Прямые риски наносят чертилкой, которая должна быть наклонена в сторону от линейки (рис. 1, б) и по направлению перемещения чертилки (рис. 1, а). Углы наклона должны соответствовать указанным на рисунке и не изменяться в процессе нанесения риска, иначе риски будут не параллельными линейке. Чертилку все время прижимают к линейке, которая должна плотно прилегать к детали.

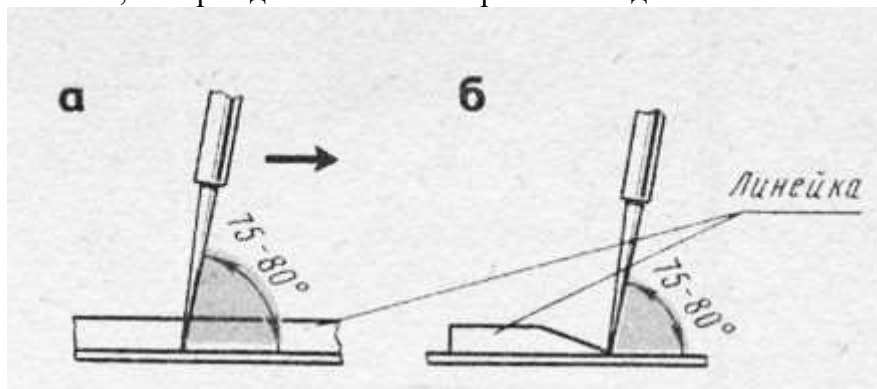


Рисунок 1 - Нанесение линий (рисок):

а — наклон чертилки в сторону перемещения ее, б — наклон в сторону от линейки

Риски ведут только один раз. При повторном проведении линий невозможно попасть точно в то же место, в результате получается несколько параллельных рисков. Если риска нанесена плохо, ее закрашивают, дают высохнуть и проводят вновь.

Перпендикулярные линии (не в геометрических построениях) наносят с помощью угольника. Деталь (заготовку) кладут в угол плиты и слегка прижимают грузом, чтобы она не сдвигалась в процессе разметки. Первую риску проводят по угольнику, полку которого прикладывают к боковой поверхности (рис. 2, а) разметочной плиты. После этого угольник

прикладывают полкой к боковой поверхности, а (положение 11—11) и проводят вторую риску, которая будет перпендикулярна первой.

Параллельные риски (линии) наносят с помощью угольника (рис. 2, б), перемещая его на нужное расстояние.

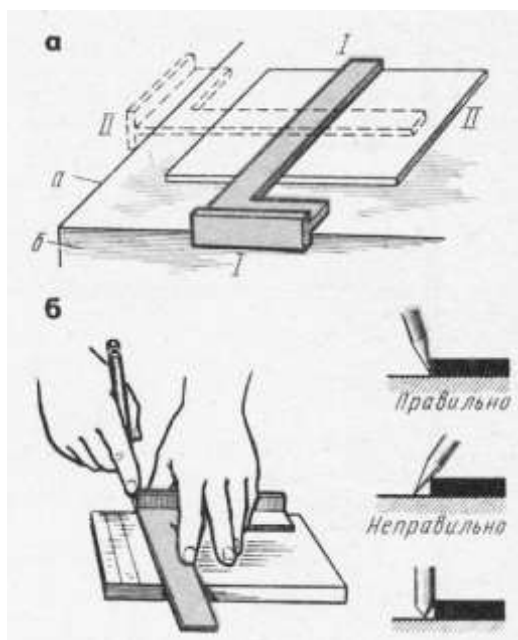


Рисунок 2 - Нанесение линий:

а — перпендикулярных, б — параллельны

Отыскание центров окружностей осуществляют с помощью центроискателей и центронаметчиков. Простейший центроискатель (рис. 3, а) представляет угольник с прикрепленной к нему линейкой, являющейся биссектрисой прямого угла. Установив угольник-центроискатель на наружную поверхность изделия, проводят чертилкой прямую. Она пройдет через центр окружности. Повернув угольник на некоторый угол (около 90°), проводят вторую прямую. На их пересечении и находится искомый центр.

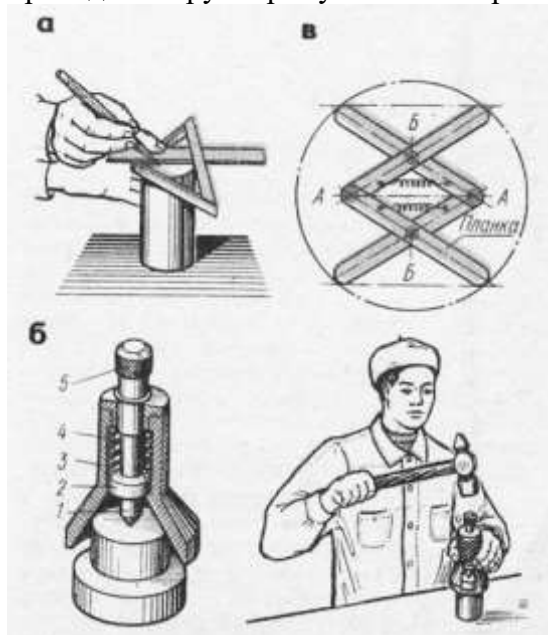


Рисунок 3 - Определение центров окружностей

При малом диаметре размечаемого торца центроискателями пользоваться неудобно. В этом случае используют кернер-центроискатель.

Кернер-центроискатель (рис. 3, б) применяется для нанесения центров на цилиндрических деталях диаметром до 40 мм. Он имеет обыкновенный кернер, помещенный в воронку (колоколе). В воронку вставлен фланец с отверстием, в котором легко скользит кернер. Разметка заключается в том, что воронку прижимают к торцу изделия и молотком ударяют по головке кернера. Под действием пружины, кернер всегда находится в верхнем положении.

Оборудование, инструмент и приспособления, применяемые при разметке

Плоскостную разметку выполняют на прочных и устойчивых деревянных и металлических разметочных столах. Кернение, во избежание образования вмятин, особенно при разметке тонкого листового материала, выполняют на металлических столах.

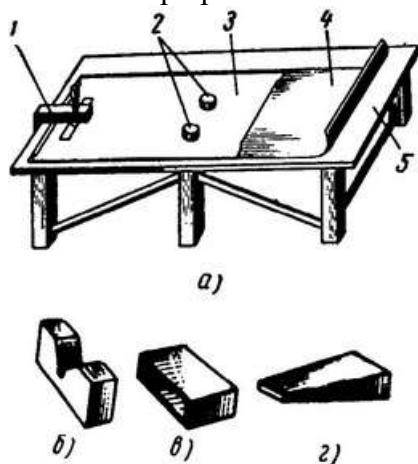


Рисунок 4 - Разметочные приспособления и инструменты:

а — стол, б — призма, в, г — подкладки; 1 — струбцина, 2 — груз, 3 — шаблон, 4 — материал, 5 — плита

Разметочный стол обычной конструкции (рис. 4, а) состоит из горизонтальной плиты и ножек. Для того чтобы стол был устойчив, его ножки соединяют между собой продольными брусками. Разметочные плиты больших размеров устанавливают на домкратах.

Деревянные и металлические разметочные столы изготавливают следующих размеров: длиной и шириной от 2000X4000 до 3000 X 5000 мм и высотой от 700 до 1000 мм. Для кернения пользуются плитами с чисто обработанной поверхностью, которые по своим размерам достаточны для помещения на них размечаемых листов, полос или лент.

Призмы (рис. 4, б) чугунные служат для установки труб. Подкладки прямоугольные (рис. 4, в) и клиновидные (рис. 4, г) применяют при установке на плите деталей, главным образом профилей.

При плоскостной разметке применяют различные инструменты для нанесения рисок, кернов, проверки нанесенных линий и кернов, а также проверки положения установленных деталей.

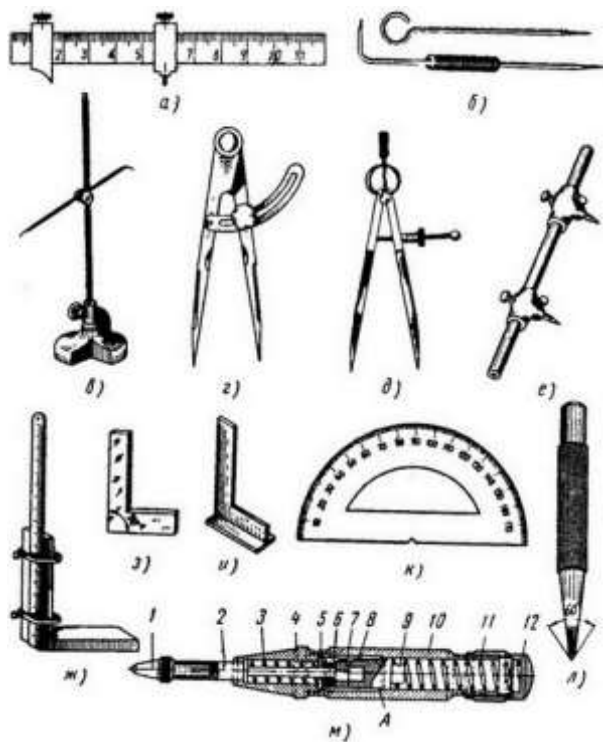


Рисунок 5 - Инструменты для разметки:

а — очертка, б — чертилки, в — рейсмас, г, д, е — циркули, ж, з, и — угольники, к — транспортир, л, м — кернеры

Очертка (рис. 5,а) применяется для проведения линий, параллельных кромкам заготовок. Для разметки деталей из низкоуглеродистой стали очертку делают из меди. Очертка для разметки деталей из дюралюминия должна иметь в рабочей части черный графитовый карандаш.

Чертилка (рис. 5,б) служит для нанесения рисок. Она представляет собой тонкий стальной стержень, один конец которого согнут под углом или в кольцо. Рабочие концы чертилки затачивают под углом 15° и закаливают. Чем тоньше и тверже острие, тем тоньше линии она наносит.

Рейсмас (рис. 5,в) представляет собой стойку с закрепленной острой чертилкой. При помощи гайки и винта хомутик с чертилкой можно укрепить на необходимой высоте. Рейсмас применяют для проведения параллельных, горизонтальных и вертикальных линий на деталях, установленных на плите, а также для проверки положения установленных изделий.

Циркули с дугой (рис.5,г) и пружинный (рис.5,д) применяют для нанесения окружностей, а также для переноса линейных размеров. Циркули делают стальными. Концы ножек циркулей на длине 20—30 мм закаливают.

Окружности большого диаметра размечают специальным разметочным циркулем (рис. 5, е). Он состоит из шлифованной трубки с двумя ножками, закрепляемыми винтами. Ножки снабжены острыми стальными стержнями.

Вертикальный масштабный угольник (рис. 5, ж) представляет собой масштабную линейку, вертикально укрепленную на стойке. Он служит для установки на определенную высоту иглы рейсмаса.

Угольник 90° (рис. 5,з) применяют для нанесения линий, построения углов, восстановления перпендикуляров и для проверки углов деталей.

Угольник с полкой (рис. 5,и) применяют для проведения линий и для проверки положения установленных изделий, главным образом профилей на плите.

Транспортир (рис. 5,к) применяют для откладывания углов.

Кернер (рис. 5, л) служит для нанесения углублений (кернов) при разметке. Кернер представляет собой стальной круглый стержень с заточенной под углом 60° и закаленной рабочей частью. Закаливают также головку кернера, по которой наносят удары молотком.

Автоматический кернер (рис. 5, м) действует без удара молотком.

Корпус 10 автоматического кернера с правой стороны заканчивается наружной нарезкой, а с левой — внутренней. Внутренняя его поверхность представляет собой два цилиндра с переходом в точке А. На правый конец корпуса навинчивается упорная гайка, в левый ввинчивается втулка 4. Внутри корпуса легко перемещается ползун 9, опирающийся на пружину 11. В ползуне имеется окно, в котором помещается сухарь 7; с одной стороны, сухарь прижимается плоской пружиной 8, с другой упирается в стенку корпуса.

В торце ползуна имеется отверстие, в которое впрессована втулка 6. Эта втулка служит для лучшего направления тонкого конца стержня 2; толстый конец стержня, в который вставляется кернер 1, направляется втулкой 4. Пружина 3 одной своей стороной упирается в стержень, другой — в шайбу 5. Вся работа кернера основана на сжатии и мгновенном освобождении пружины 11.

При накернивании кернер ставят перпендикулярно к размечаемой плоскости и нажимают на упорную гайку 12. Гайка с корпусом и втулкой 4 опускается вниз, тогда как стержень остается неподвижным. Стержень тонким концом упирается в сухарь 7, который задерживает ползун 9, тем самым сжимая пружину 11. Шайба 5 сначала несколько удерживается пружиной 3, а затем упирается в выступ корпуса и сжимает ее. Сжатие пружины продолжается до тех пор, пока сухарь перемещается по большому внутреннему цилиндру в корпусе. Как только сухарь переходит за точку А и входит в цилиндр меньшего диаметра, он быстро передвигается внутрь ползуна 9 и ось его отверстия выравнивается с осью стержня 2. В этот момент стержень соскакивает с сухаря 7 и получает удар от ползуна 9, который передает всю потенциальную энергию, накопленную пружиной 11; этого вполне достаточно для нанесения керна на изделие.



Брак при разметке и меры его предупреждения

В процессе разметки обнаруживается в первую очередь брак деталей по вине заготовительных цехов (литейных, кузнечных и др.), когда литые заготовки или поковки не соответствуют размерам чертежей, имеют перекосы, искривления и т. п. Такие заготовки в

дальнейшую обработку не поступают, а разметка их прекращается. Есть также и другие причины, которые могут повести к неправильной разметке.

Ошибки размеров чертежа слесарь или разметчик автоматически переносит на размечаемую заготовку, в результате чего получается брак.

Неточность разметочной плиты бывает следствием ее износа. Поэтому разметочные плиты необходимо периодически проверять при помощи уровня и поверочных линеек.

Неточность разметочных приспособлений приводит к неправильной разметке. Во избежание брака разметочные приспособления нужно периодически проверять.

Неточность разметочного и измерительного инструмента является следствием его износа в результате частого пользования им. К сожалению, слесарь или разметчик не всегда в состоянии сам обнаружить эти недостатки. Администрация цеха обязана выдавать в пользование только тщательно проверенный инструмент, а слесарь должен периодически сдавать на проверку весь инструмент, находящийся у него в пользовании, и бережно обращаться с ним в процессе работы.

Большая часть из указанных выше причин брака не зависит непосредственно от работы слесаря или разметчика, однако опытный работник должен их вовремя выявлять и устранять.

Ниже указываются причины брака, непосредственно зависящие от слесаря:

1. Неправильное чтение чертежа приводит к ошибкам в разметке. Слесарь обязан тщательно разобраться в чертеже, а если он не в состоянии этого сделать, необходимо обратиться за помощью к бригадиру или мастеру.

2. Ошибки при откладывании размеров получаются в результате неправильных обмеров заготовки или в тех случаях, когда часть размеров слесарь откладывал от черновых поверхностей детали, а часть — от базовых поверхностей.

3. Ошибки при установке детали без выверки приводят к перекосам, а следовательно, и к неправильной разметке. Необходимо с особой внимательностью производить установку и выверку заготовок на разметочной плите.

4. Неправильное использование приспособлений. Например, вместо мерных подкладок при выверке детали на плите слесарь подложил обыкновенные подкладки, неправильно наложил шаблон и т. д.

5. Небрежное выполнение разметки по вине слесаря. Например, на чертеже указан размер радиуса, а слесарь или разметчик отложил диаметр, неправильно расположил отверстия по отношению к центровым рискам, неточно установил раствор циркуля и т. п.

Приведенных-примеров достаточно для того, чтобы уяснить себе характер этих ошибок и понять, с каким вниманием должен относиться слесарь к своей работе.

Техника безопасности при выполнении разметки

Во время разметки слесарь не должен забывать об острых концах чертилок и заготовок, расположенных на плите. Они могут серьезно травмировать рабочего.

В целях безопасности во время работы, а также в перерывах на свободные острия чертилок и рейсмусов рекомендуется надевать предохранительные колпачки.

Разметочные риски можно накернивать как простым кернером, так и электрическим. В последнем случае надо тщательно соблюдать правила электробезопасности. Следует учитывать, что напряжение при контакте корпуса кернера с размечаемой заготовкой в момент нанесения керна очень высокое, поэтому, если изоляция токонесущих частей кернера повреждена, то под напряжением окажутся и корпус кернера, и размечаемая заготовка. Любой рабочий, коснувшись заготовки, может также оказаться под током. Поэтому размечаемая заготовка или деталь при работе электрическим кернером должна быть хорошо заземлена.

Устанавливая заготовки на разметочные плиты, призмы, домкраты и другие приспособления, следует принимать меры, предотвращающие их падение.

При разметке листовых заготовок можно порезать руки кромками материала. Поэтому укладывать заготовки на плиты и снимать их после разметки нужно в рукавицах.

Эталон выполнения задания:

Технологическая последовательность проведения плоскостной разметки

Таблица 1

Наименование технологического этапа	Инструменты, приспособления
Контроль поверхности металла на наличие трещин и других дефектов у заготовки	Визуальный осмотр
Контроль нужных припусков на обработку с помощью штангенциркуля и линейки	Штангенциркуль, линейка
Нанесение на необработанную поверхность раствора мела в воде с небольшой добавкой столярного клея, на обработанную — раствора медного купороса. Растворы наносят кисточкой.	Кисточка
Замер размеров от установочных баз, которыми могут быть: обработанная кромка заготовки; сторона разметочной плиты; две взаимно перпендикулярные стороны или кромки заготовки; осевые линии или центровые риски.	Штангенциркуль, линейка
Нанесение рисок чертилкой по линейке в одном направлении (например, в горизонтальном), а затем в вертикальном	чертилка
Нанесение наклонных рисок	чертилка
Нанесение рисок окружностей, дуг, закруглений, сопряжений	циркуль
Нанесение кернов по проведенным рискам, для сохранения следов разметки при обработке и установки острия ножки циркуля при вычерчивании окружностей и дуг. Расстояние между кернами 8-20 мм	Керн, молоток

Знания:

- правила подготовки кромок изделий под сварку;
- устройство вспомогательного оборудования, назначение, правила его эксплуатации и область применения,

Оборудование и материалы: Раздаточный материал, образцы инструмента для разметки

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочитайте основные сведения по теме.
2. Составьте технологическую последовательность проведения плоскостной разметки, выберите необходимый инструмент для выполнения каждого этапа операции, результаты работы занесите в таблицу.

Технологическая последовательность проведения плоскостной разметки

Таблица 1

Наименование технологического этапа	Инструменты, приспособления

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

Тема 1.1. Подготовительные операции перед сваркой

Изучение нормативной документации, регламентирующей обозначение швов сварных соединений (ГОСТ 2.312-72 Единая система конструкторской документации).

Условные изображения и обозначения швов сварных

Цель работы: изучить нормативную документацию регламентирующую обозначение швов сварных соединений.

Задачи:

1. Изучить теоретические сведения.
2. В тетради для практических работ письменно ответить на контрольные вопросы теста.

Теоретические сведения.

Согласно Единой системе конструкторской документации, изображения и обозначения швов сварных соединений в конструкторских документах изделий должны соответствовать ГОСТ 2.312-72 «Условные изображения и обозначения швов сварных соединений». Обозначение сварки выполняется наклонной линией с односторонней стрелкой, а характеристика шва, способ сварки и прочее указывается над или под горизонтальной полкой, которая смыкается с наклонной линией. Односторонняя стрелка указывает место шва.

Условное изображение видимого шва: независимо от способа сварки видимый шов сварного соединения условно изображают сплошной основной линией.

Невидимого шва: независимо от способа сварки невидимый шов сварного соединения условно изображают штриховой линией.

Одиночной сварной точки: видимую одиночную сварную точку условно изображают знаком "+", который выполняют сплошными линиями.

Невидимые одиночные точки не изображают.

Сечения многопроходного шва: при изображении сечения многопроходного шва допускается наносить контуры отдельных проходов, при этом их обозначают прописными буквами русского алфавита.

Нестандартного шва: для нестандартного шва указывают размеры конструктивных элементов, необходимых для его выполнения (рис. 5). Границы шва изображают сплошными основными линиями, а конструктивные элементы кромок в границах шва – сплошными тонкими линиями.

Для обозначения сварных швов используют также вспомогательные знаки. В условном обозначении шва вспомогательные знаки выполняют сплошными тонкими линиями. Вспомогательные знаки должны быть одинаковой высоты с цифрами, входящими в обозначение шва.

Примечание:

За лицевую сторону одностороннего шва сварного соединения принимают сторону, с которой производят сварку.

За лицевую сторону двустороннего шва сварного соединения с несимметрично подготовленными кромками принимают сторону, с которой производят сварку основного шва.

За лицевую сторону двустороннего шва сварного соединения с симметрично подготовленными кромками может быть принята любая сторона.

Структура условного обозначения шва

ГОСТ 2.312-72 «Условные изображения и обозначения швов сварных соединений» устанавливает ряд требований и обозначений стандартных и нестандартных швов и одиночных сварных точек. Если для шва сварного соединения установлен контрольный комплекс или категория контроля шва, то их обозначение допускается помещать под линией-выноской. При наличии на чертеже одинаковых швов обозначение наносится у одного из изображений, от изображений остальных одинаковых швов проводят линии выноски с полками. Всем одинаковым швам присваивают одинаковый номер. Швы считаются одинаковыми, если: одинаковы их типы и размеры конструктивных элементов в поперечном сечении; к ним предъявляются одни и те же требования. Количество одинаковых швов допускается указывать на линии-выноске, имеющей полку с нанесенным обозначением шва.

Стандарты регламентирующие конструктивные элементы

Конструктивные элементы сварных соединений и размеры швов для различных видов сварки регламентированы соответствующими стандартами:

ГОСТ 8713-79 «Сварка под флюсом. Соединения сварные»;

ГОСТ 5264-80 «Ручная дуговая сварка. Соединения сварные»;

ГОСТ 14771-76 «Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные»;

ГОСТ 15164-78 «Электрошлаковая сварка. Соединения сварные»;

ГОСТ 14806-80 «Швы сварных соединений. Дуговая сварка алюминия и алюминиевых сплавов»;

ГОСТ 16098-80 «Соединения сварные из двухслойной коррозионностойкой стали»;

ГОСТ 16038-80 «Швы сварных соединений трубопроводов из меди и медноникелевого сплава»;

ГОСТ 11533-75 «Автоматическая и полуавтоматическая дуговая сварка под флюсом. Соединения сварные под острыми и тупыми углами»;

ГОСТ 27580-88 «Дуговая сварка алюминиевая и алюминиевых сплавов.

Соединения сварные под острыми и тупыми углами».

Этими стандартами в зависимости от толщины металла устанавливаются формы поперечного сечения сварного шва и конструктивные элементы подготовленных кромок и выполненных швов, которым присваивают буквенно-цифровые обозначения.

Буквенная часть указывает на вид сварного соединения:

С – стыковое;

У

– угловое;

Т –
тавровое;

Н – нахлесточное.

Цифры отражают порядковый номер типа шва в конкретном стандарте.

Также используют условные обозначения основных способов сварки:

Р – ручная дуговая сварка;

ЭЛ – электронно-лучевая сварка;

Ф – дуговая сварка под слоем флюса;

ПЛ – плазменная и микроплазменная сварка;

УП – сварка в активном газе плавящимся электродом;

И – сварка в инертных газах;

ИП – сварка в инертном газе плавящимся электродом;

ИН – сварка в инертном газе неплавящимся электродом;

Г – газовая сварка;

Ш – электрошлаковая сварка.

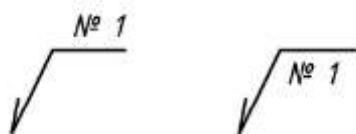
Структура обозначения сварного шва

Условное обозначение видимых и невидимых

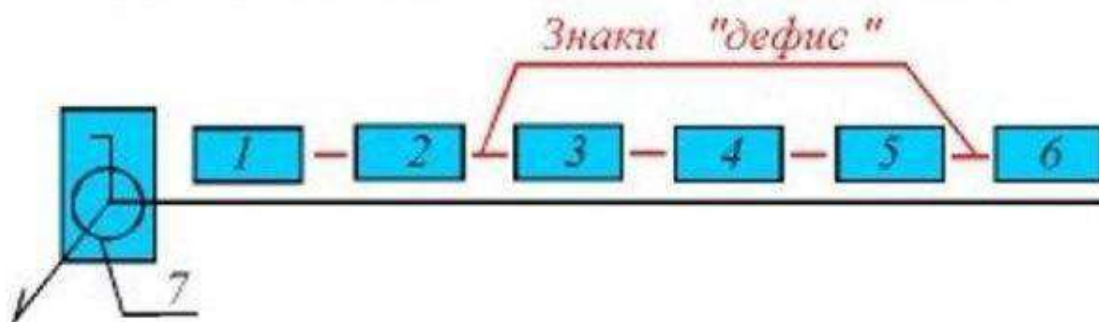
ШВОВ

1. над полкой — **видимый**;

2. под покой — **невидимый**.



Условное обозначение сварного шва:



Согласно изображению:

№1 — Обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений.

№2 — Буквенно-цифровое обозначение, ГОСТ.

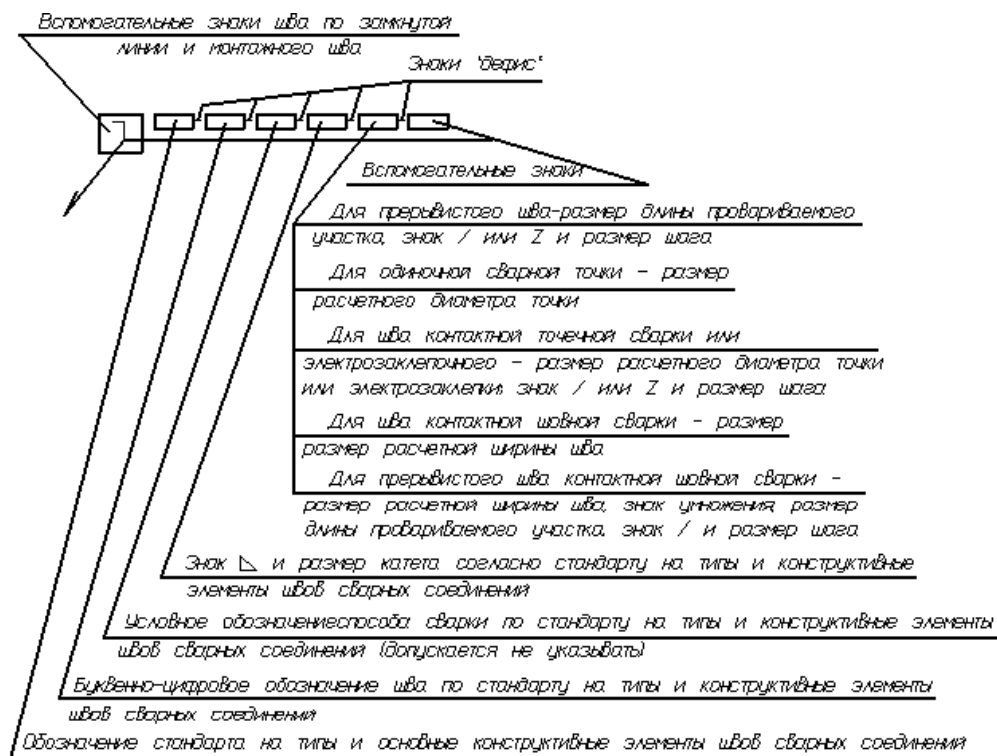
№3 — Стандарт или тип, условный графический знак.

№4 — Размер швов в сечении, длина катета.

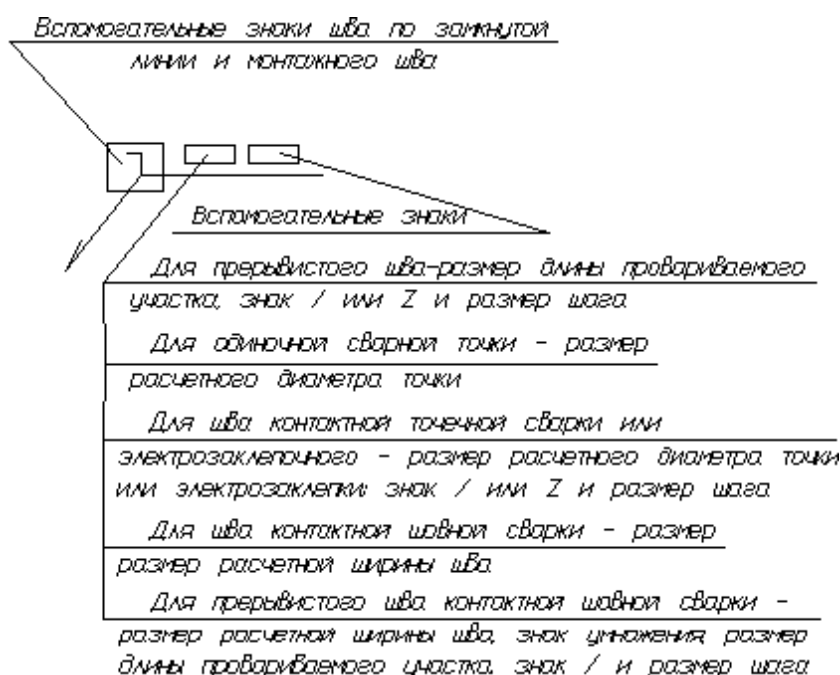
№5 — Знак углового шва с указанием длины участка.

№6 — Вспомогательный знак.

Ко всем видам знаков в условном обозначении сварного шва выдвигаются требования: основные и вспомогательные знаки указываются сплошными тонкими линиями; знаки должны быть одинаковой высоты с цифрами, которые входят в обозначения.



Структура условного обозначения нестандартного шва или одиночной сварной точки приведена на схеме



Вспомогательные знаки

Знак	Значение знака	Расположение знака	
		с лицевой стороны	с оборотной стороны
	Выпуклость шва снять		
	Наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу		
	Шов по незамкнутой линии (знак применяют, если расположение шва ясно из чертежа)		
	Шов по замкнутой линии (диаметр знака – 3...5 мм)		
	Шов выполнить при монтаже изделия, т.е. при установке его на месте применения		
	Шов прерывистый или точечный с цепным расположением (угол наклона линии ≈ 60°)		
	Шов прерывистый или точечный с шахматным расположением		

Примеры условных обозначений сварных швов приведены на рис. 1 и 2.

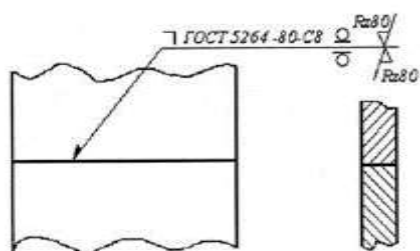






Рис. 1 Шов выполнен при монтаже () ручной дуговой сваркой по ГОСТ 5264-80, тип шва (С9), усилие шва снято с двух сторон обработкой резанием (), шероховатость обработанной поверхности с лицевой стороны  , с обратной стороны  мкм.

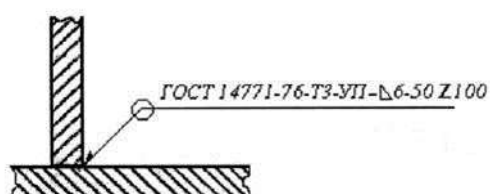
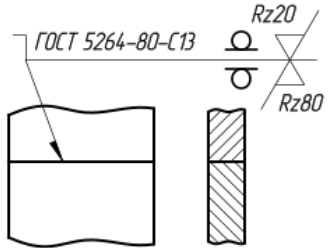
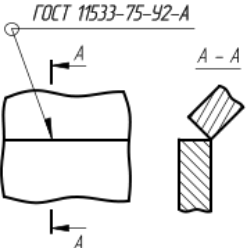


Рис. 2 Шов выполнен по замкнутой кольцевой линии (O), сварка в защитном газе по ГОСТ 14771-76, соединение тавровое двустороннее без разделки кромок (ТЗ), в углекислом газе плавящимся электродом (УП), катет шва 6мм (6), шов прерывистый с длиной проваренных участков 50мм (50), с шахматным расположением (Z), с шагом 100мм (100).

Форма контроля: заполнить таблицу.

Контрольные вопросы:

Расшифровать и заполнить таблицу согласно примеров приведенным на рис. 1 и 2.

№ п/п	Условное обозначение шва на чертеже	Характеристика шва
1		
2		

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3

Тема 1.1. Подготовительные операции перед сваркой

Изучение нормативной документации, регламентирующей обозначение швов сварных соединений, выполненных ручной дуговой сваркой (ГОСТ 5264-80. Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные

Цель работы: ознакомление с видами сварных соединений и их условным обозначением.

Задачи:

1. Изучить теоретические сведения.
2. В тетради для практических работ письменно ответить на контрольные вопросы.

Теоретические сведения.

1. Условное обозначение сварных соединений

Детали, соединяемые сваркой, располагаются внахлестку Н, встык С, под углом У, в виде тавра Т. Выполняются соединения с отбортовкой двух кромок (в

соединениях внахлестку), без скоса кромок, со скосом одной кромки, со скосом двух кромок.

В условном обозначении шва наносят буквенно-цифровое обозначение вида соединения, формы подготовленных кромок и характера выполненного шва; способы сварки; виды и методы сварки.

На рис. 1 приведены виды соединений согласно ГОСТ 5264-80 и пределы толщин свариваемых деталей

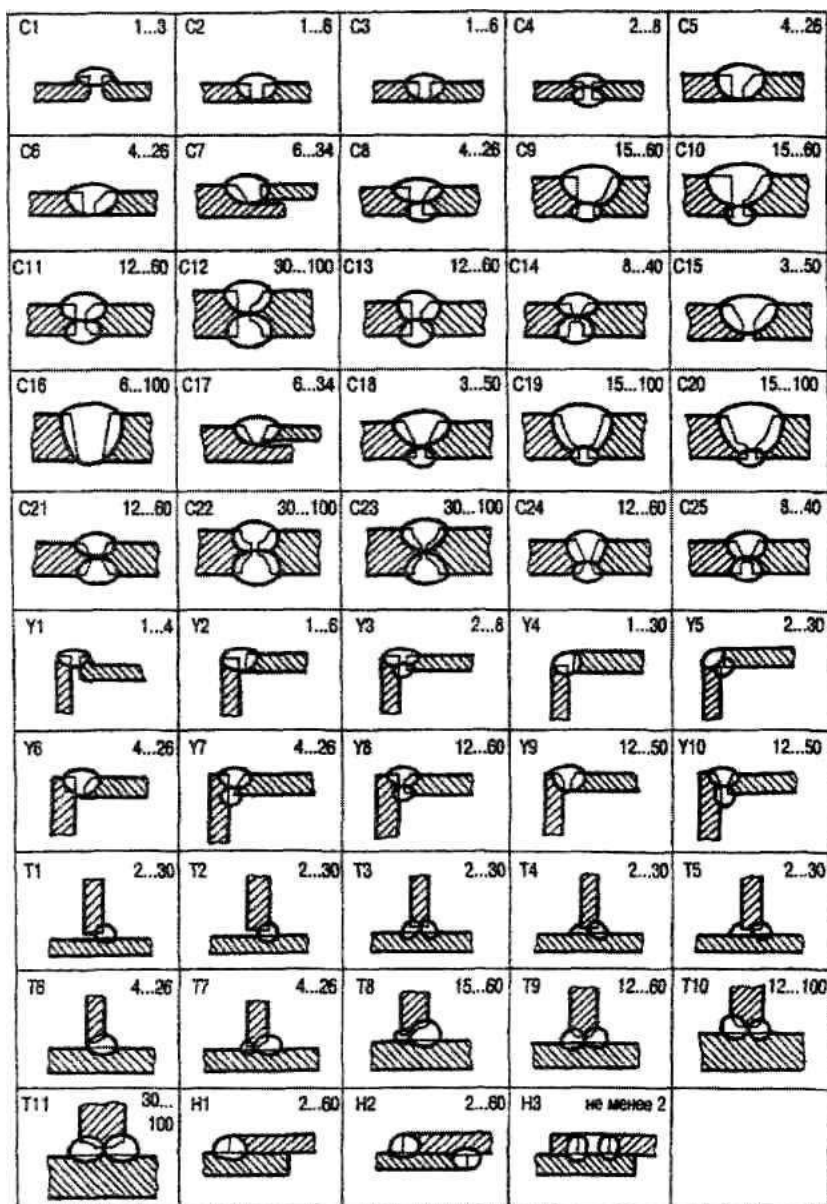
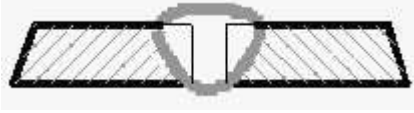

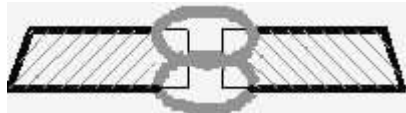





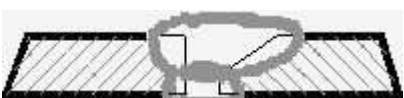





Рис 1. Виды соединений.



- C1 - шов с отбортовкой двух кромок, односторонний;
- C2 - без скоса кромок, односторонний;
- C3 - то же, на остающейся или съемной подкладке;
- C4 - без скоса кромок, двусторонний;
- C5 - со скосом одной кромки, односторонний;
- C6 - то же, на остающейся или съемной подкладке;

- С7 - со скосом одной кромки, односторонний замковый;
 С8 - со скосом одной кромки, двусторонний;
 С9 - с криволинейным скосом одной кромки, двусторонний;
 СЮ - с ломаным скосом одной кромки, двусторонний,
 СП - с двумя симметричными скосами одной кромки, двусторонний;
 С12 - с двумя симметричными криволинейными скосами одной кромки, двусторонний;
 С13 - с двумя несимметричными скосами одной кромки, двусторонний;
 С14 - со скосом одной кромки с последующей строжкой, двусторонний; С15 - со скосом двух кромок, односторонний;
 С16 - то же, на остающейся или съемной подкладке;
 С17 - то же, замковый;
 С18 - со скосом двух кромок, двусторонний;
 С19 - с криволинейным скосом двух кромок, двусторонний;
 С20 - с ломаным скосом двух кромок, двусторонний;
 С21 - с двумя симметричными скосами двух кромок, двусторонний;
 С22 - с двумя симметричными криволинейными скосами двух кромок, двусторонний;
 С23 - с двумя симметричными ломаными скосами двух кромок, двусторонний;
 С24 - с двумя несимметричными скосами двух кромок, двусторонний;
 С25 - со скосом двух кромок с последующей строжкой, двусторонний.

Таблица 1. Стыковые сварные соединения листовой стали

Название	Рисунок	Обозначение сварного соединения	Обозначение способа сварки	ГОСТ, в котором приведены основные размеры сварного соединения
Односторонние без скоса кромок		C2 C5	P; ИП;УП АФ; МФ	ГОСТ 5264-80 ГОСТ 8713-70
Односторонние без скоса кромок со съемной или остающейся подкладкой		C3 C7	P АФ; МФ	ГОСТ 5264-80 ГОСТ 8713-80
Двусторонние без скоса кромок		C4 C2	P АФ; МФ	ГОСТ 5264-80 ГОСТ 8713-80

Односторонние со скосом одной кромки		C5 C10	P AФф; MФ	ГОСТ 5264-80 ГОСТ 8713-80
Односторонние со скосом одной кромки и со съемной подкладкой		C6 C11	P AФo; MФo	ГОСТ 5264-80 ГОСТ 8713-80
Односторонние замковые со скосом одной кромки		C7 C12	P AФo; MФo	ГОСТ 5264-80 ГОСТ 8713-80
Двусторонние со скосом одной кромки		C8 C9	P AФ	ГОСТ 5264-80 ГОСТ 8713-80
Односторонние со скосом двух кромок		C15 C17	P AФф	ГОСТ 5264-80 ГОСТ 8713-80
Двусторонние со скосом двух кромок		C18 C13	P AФк; MФк	ГОСТ 5264-80 ГОСТ 8713-80
Двусторонние с двумя скосами одной кромки		C11 C29	P AФ	ГОСТ 5264-80 ГОСТ 8713-80
Двусторонние со скосами двух кромок		C21 C30 C31 C32	P AФ; MФ AФк AФк	ГОСТ 5264-80 ГОСТ 8713-80 ГОСТ 8713-80 ГОСТ 8713-80
Двусторонние с криволинейным скосом одной кромки		C9	P	ГОСТ 5264-80

Двусторонние с двумя криволинейным и скосами двух кромок		C19	Р	ГОСТ 5264-80
		C21	АФ _к	ГОСТ 8713-80
Двусторонние с четырьмя криволинейным и скосами двух кромок		C22	Р	ГОСТ 5264-80
		C23	Р	ГОСТ 5264-80
		C33	АФ	ГОСТ 8713-80

Обозначение способа сварки

ГОСТ 5264-80

Р – ручная дуговая сварка ИИ – в инертных газах неплавящимся электродом без

присадочного материала;

ИП – в инертных газах и их смесях с углекислым газом и кислородом плавящим электрод;

УП – в углекислом газе и его смеси с кислородом плавящим электрод;

ГОСТ 8713-80

АФ - автоматическая на весу;

МФ – механическая на весу

АФф - автоматическая на флюсовой подкладке;

АФо – автоматическая на остающейся подкладке;

МФо – механическая на остающейся подкладке;

АФп – автоматическая на медном ползуне;

АФк – автоматическая с предварительной подваркой корня шва;

МФк – механическая с предварительной подваркой корня шва;

Угловое соединение

У1 - шов с отбортовкой одной кромки, односторонний;

У2 - без скоса кромок, односторонний, впритык;

У3 - без скоса кромок, двусторонний, впритык;

У4 - без скоса кромок, односторонний;

У5 – то же, двусторонний

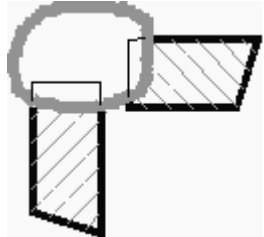
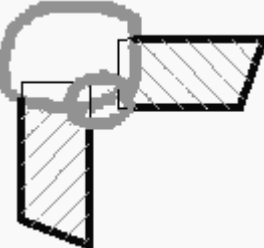
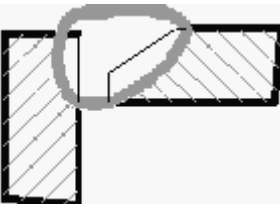


У6 - со скосом одной кромки, односторонний;

У7 – то же, двусторонний;

У8 - с двумя скосами одной кромки, двусторонний; У9 - со скосом двух кромок, односторонний; У10 - то же, двусторонний.

В табл. 2 приведены данные по угловым сварным соединениям листовой стали.

Таблица 2. Угловые сварные соединения листовой стали

Название	Рисунок	Обозначение сварного соединения	Обозначение способа сварки	ГОСТ, в котором приведены основные размеры сварного соединения
Односторонние без скоса кромок		У4	Р	ГОСТ 5264-80
Двусторонние без скоса кромок		У5 У2	Р АФш; МФш	ГОСТ 5264-80 ГОСТ 8713-80
Односторонние со скосом одной кромки		У6	Р	ГОСТ 5264-80
Двусторонние со скосом одной кромки		У7 У4	Р АФш; МФш	ГОСТ 5264-80 ГОСТ 8713-80
Двусторонние с двумя скосами одной кромки		У8 У4	Р АФш; МФш	ГОСТ 5264-80 ГОСТ 8713-80

Обозначение способа сварки

ГОСТ 5264-80

Р – ручная дуговая сварка

ГОСТ 8713-80

АФш – автоматическая с предварительным наложением подварочного шва;

МФш – механическая с предварительным наложением подварочного шва;

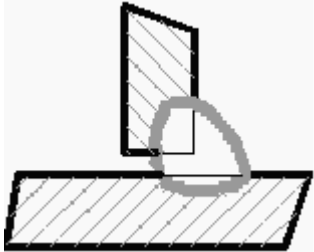
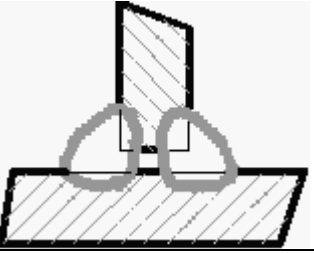
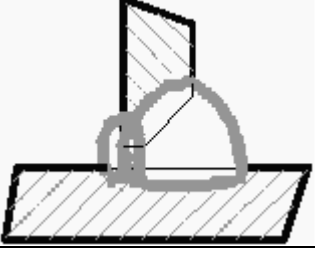
Тавровые соединения:

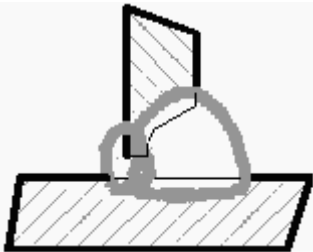
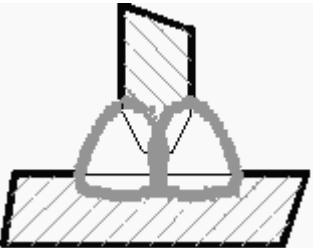
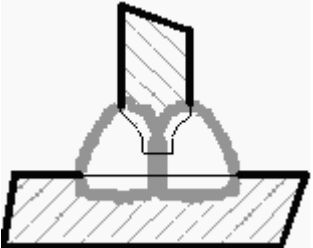
Т1 - шов без скоса кромок, односторонний;

- T2 - то же, односторонний прерывистый;
 T3 - то же, двусторонний;
 T4 - то же, двусторонний шахматный;
 T5 - то же, двусторонний прерывистый;
 T6 - со скосом одной кромки, односторонний;
 T7- то же, двусторонний;
 T8 - с криволинейным скосом одной кромки, двусторонний;
 T9 - с двумя симметричными скосами одной кромки, двусторонний;
 T10 - то же;
 T11 - с двумя симметричными криволинейными скосами одной кромки, двусторонний.

В табл. 3 приведены данные по тавровым сварным соединениям листовой стали.

Таблица 3.Тавровые сварные соединения листовой стали

Название	Рисунок	Обозначение сварного соединения	Обозначение способа сварки	ГОСТ, в котором приведены основные размеры сварного соединения
Односторонние без скоса кромок		T1	P АФ;МФ	ГОСТ 5264-80 ГОСТ 8713-80
Внахлестку без скоса кромок		T3 T5	P АФ; МФ	ГОСТ 5264-80 ГОСТ 8713-80
Двусторонние со скосом одной кромки		T7 T9	P АФш	ГОСТ 5264-80 ГОСТ 8713-80

Двусторонние с криволинейным скосом одной кромки		T8 T13	P АФШ	ГОСТ 5264-80 ГОСТ 8713-80
Двусторонние с двумя скосами одной кромки		T9 T10	P АФ; МФ	ГОСТ 5264-80 ГОСТ 8713-80
Двусторонние с двумя криволинейным и скосами одной кромки		T11 T12	P АФ	ГОСТ 5264-80 ГОСТ 8713-80

Обозначение способа сварки

ГОСТ 5264-80

P – ручная дуговая
сварка; **ГОСТ 8713-80**

АФ - автоматическая на весу;

МФ – механическая на весу;

АФШ – автоматическая с предварительным наложением подварочного шва.

Соединения внахлест:

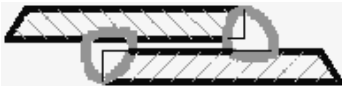
Н1 - шов без скоса кромок, односторонний прерывистый;

Н2 - то же, двусторонний;

Н3 - с удлиненным отверстием, односторонний с несплошной заваркой. В

табл. 4 приведены данные по нахлесточным сварным соединениям листовой стали.

Таблица 4.Нахлесточные сварные соединения листовой стали

Название	Рисунок	Обозначение сварного соединения	Обозначение способа сварки	ГОСТ, в котором приведены основные размеры сварного соединения
Внахлестку без скоса кромок		Н2 Н1	P АФ; МФ	ГОСТ 5264-80

Обозначение способа сварки

ГОСТ 5264-80 - Р – ручная дуговая сварка;

ГОСТ 8713-80

АФ - автоматическая на
весу; МФ – механическая на
весу.

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ:

СВАРКА - процесс получения неразъемного соединения посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном или общем нагреве, или пластическом деформировании, или совместном действии того и другого.

Условные изображения и обозначения швов сварных соединений устанавливает ГОСТ 2.312 - 72 ЕСКД.

Сварной шов, независимо от способа сварки, изображают на чертеже соединения:

видимый - сплошной основной линией, невидимый - штриховой линией. От изображения шва проводят линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой (рис. 1). При точечной сварке видимую одиночную сварную точку изображают знаком "+" (рис. 1) Невидимые одиночные точки не изображают.

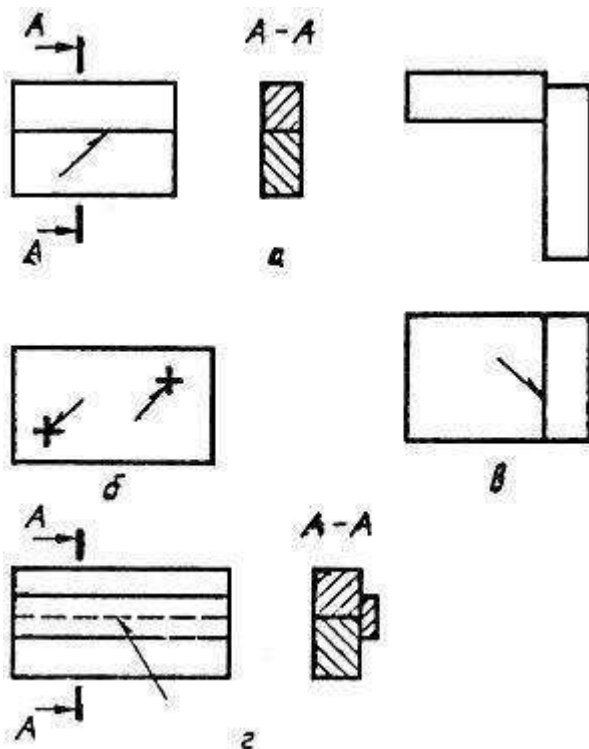


Рис. 2. Изображение сварного шва.

В зависимости от расположения свариваемых деталей различают следующие виды сварных соединений:

1) **СТЫКОВОЕ**, обозначаемое буквой С, при котором свариваемые детали соединяются своими торцами (рис. 2);

2) **УГЛОВОЕ (У)**, при котором свариваемые детали располагаются под углом, чаще всего - 90 градусов, и соединяются по кромкам (рис. 2); 3) **ТАВРОВОЕ (Т)**, при котором торец одной детали соединяется с боковой поверхностью другой детали (рис. 2);

4) **НАХЛЕСТОЧНОЕ (Н)**, при котором боковые поверхности одной детали частично перекрывают боковые поверхности другой (рис. 2).

Кромки деталей, соединяемых сваркой, могут быть различно подготовлены под сварку в зависимости от требований, предъявляемых к соединению. Подготовка может быть выполнена: с отбортовкой кромок (рис. 2), без скоса кромок, со скосом одной кромки, с двумя скосами одной кромки, со скосами двух кромок (рис. 2). Скосы бывают симметричные и асимметричные, прямолинейные и криволинейные.

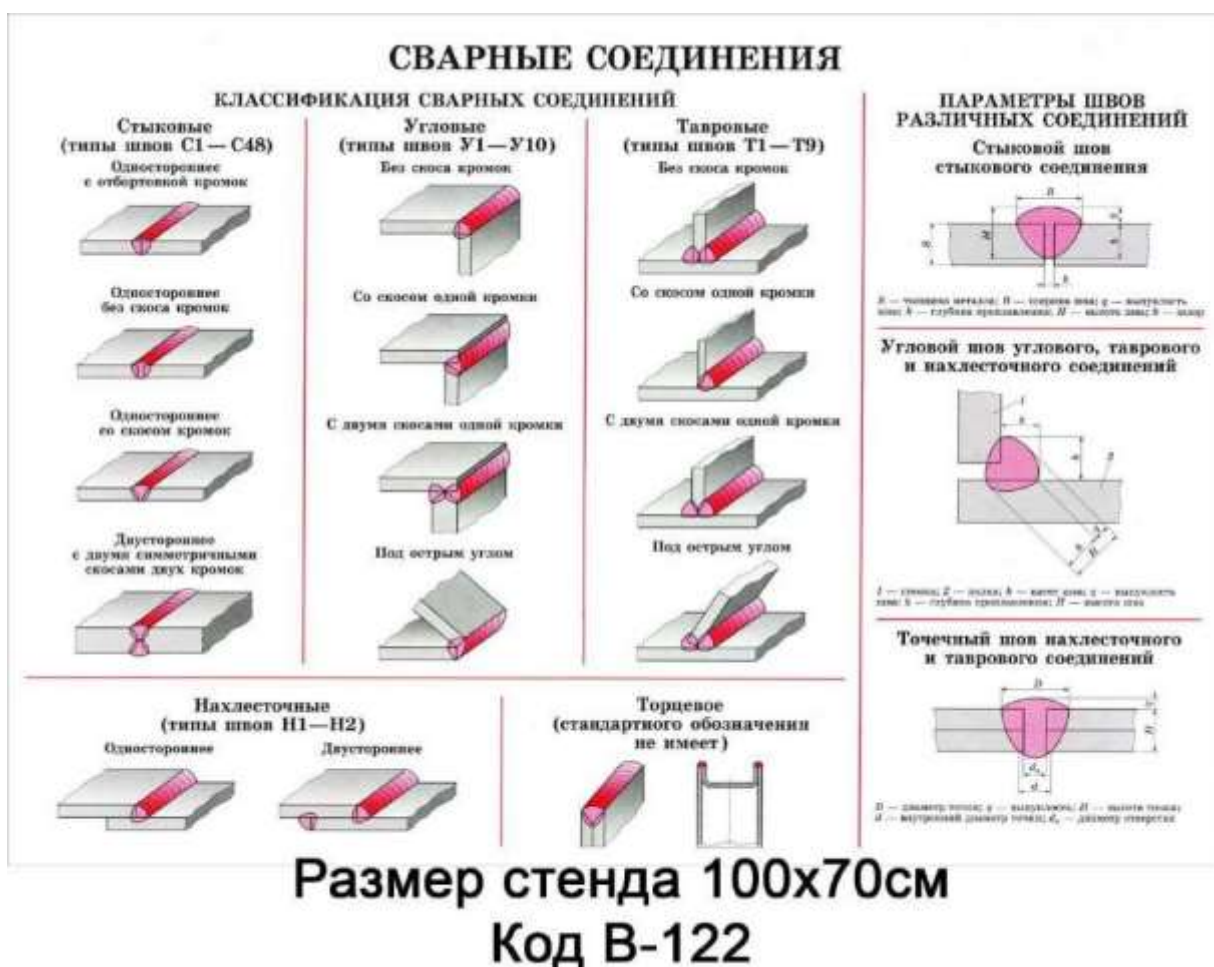


Рис. 3. Виды и структура сварных соединений.

Швы в поперечном сечении выполняются нормальными без усиления и с усилением величиной g (рис. 2) Тавровые, угловые и нахлесточные швы характеризуются величиной катета K треугольного поперечного сечения шва. В зависимости от формы шва, скоса кромок, величины усиления и катета стандартные сварные швы имеют следующие условные обозначения: С1, С2,

C3,.. , У1, У2, У3,...., Т1, Т2, Т3,...., Н1, Н2, Н3... .

По характеру расположения швы делятся на односторонние и двусторонние.

Швы могут быть сплошные и прерывистые.

Прерывистые швы характеризуются длиной провариваемых участков l с шагом t . Прерывистые швы, выполненные с двух сторон, могут располагаться своими участками l в шахматном или цепном порядке. На изображении сварного шва различают лицевую и обратную стороны. За лицевую сторону одностороннего шва принимают ту сторону, с которой производится сварка.

Лицевой стороной двустороннего шва с несимметричной подготовкой (скосом) кромок будет та сторона, с которой производят сварку основного шва.

Если же подготовка кромок симметрична, то за лицевую сторону принимают любую.

Форма контроля: письменные ответы на вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Какую форму (скос) необходимо придать кромкам листов толщиной 15 мм при стыковом шве?
2. Можно ли применить лобовой или фланговый шов для получения нахлесточного соединения?
3. Можно ли применить лобовой или фланговый шов для получения соединения с накладками?
4. Когда применяют стыковые швы без скоса кромок?
5. К какому виду сварных соединений относится соединение деталей, расположенных в одной плоскости таким образом, что соединяемые элементы являются продолжением один другого? 6. Укажите наиболее простую конструкцию сварного соединения.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4

Тема 1.1. Подготовительные операции перед сваркой

Изучение нормативной документации, регламентирующей обозначение швов сварных соединений выполненных дуговой сваркой в защитном газе (ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры).

Цель: ознакомление с видами сварных соединений дуговой сваркой в защитном газе и их условным обозначением.

Задачи:

1. Изучить теоретические сведения.
2. В тетради для практических работ письменно ответить на контрольные вопросы.

Теоретические сведения.

1. Настоящий стандарт устанавливает основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений из сталей, а также сплавов на железоникелевой и никелевой основах, выполняемых дуговой сваркой в защитном газе.
2. В стандарте приняты следующие обозначения способов сварки: ИН - в инертных газах, неплавящимся электродом без присадочного металла;

ИНп - в инертных газах неплавящимся электродом с присадочным металлом;

ИП - в инертных газах и их смесях с углекислым газом и кислородом плавящимся электродом;

УП - в углекислом газе и его смеси с кислородом плавящимся электродом.

3. Конструктивные элементы сварных соединений, их размеры и предельные отклонения по ним должны соответствовать указанным в табл.2-47. Кроме указанных способов сварки, допускается применять другие способы дуговой сварки в защитных газах.

Согласно Единой системе конструкторской документации, изображения и обозначения швов сварных соединений в конструкторских документах изделий должны соответствовать ГОСТ 2.312-72 «Условные изображения и обозначения швов сварных соединений». Обозначение сварки выполняется наклонной линией с односторонней стрелкой, а характеристика шва, способ сварки и прочее указывается над или под горизонтальной полкой, которая смыкается с наклонной линией. Односторонняя стрелка указывает место шва.

Условное изображение видимого шва: независимо от способа сварки видимый шов сварного соединения условно изображают сплошной основной линией.

Невидимого шва: независимо от способа сварки невидимый шов сварного соединения условно изображают штриховой линией.

Одиночной сварной точки: видимую одиночную сварную точку условно изображают знаком "+", который выполняют сплошными линиями.

Невидимые одиночные точки не изображают.

Сечения многопроходного шва: при изображении сечения многопроходного шва допускается наносить контуры отдельных проходов, при этом их обозначают прописными буквами русского алфавита.

Нестандартного шва: для нестандартного шва указывают размеры конструктивных элементов, необходимых для его выполнения (рис. 5). Границы шва изображают сплошными основными линиями, а конструктивные элементы кромок в границах шва – сплошными тонкими линиями.

Для обозначения сварных швов используют также вспомогательные знаки. В условном обозначении шва вспомогательные знаки выполняют сплошными тонкими линиями. Вспомогательные знаки должны быть одинаковой высоты с цифрами, входящими в обозначение шва.

Примечание:

За лицевую сторону одностороннего шва сварного соединения принимают сторону, с которой производят сварку.

За лицевую сторону двустороннего шва сварного соединения с несимметрично подготовленными кромками принимают сторону, с которой производят сварку основного шва.

За лицевую сторону двустороннего шва сварного соединения с симметрично подготовленными кромками может быть принята любая сторона.

Структура условного обозначения шва

ГОСТ 2.312-72 «Условные изображения и обозначения швов сварных соединений» устанавливает ряд требований и обозначений стандартных и нестандартных швов и одиночных сварных точек. Если для шва сварного соединения установлен контрольный комплекс или категория контроля шва, то их обозначение допускается помещать под линией-выноской. При наличии на чертеже одинаковых швов обозначение наносится у одного из изображений, от изображений остальных одинаковых швов проводят линии-выноски с полками. Всем одинаковым швам присваивают одинаковый номер. Швы считаются одинаковыми, если: одинаковы их типы и размеры конструктивных элементов в поперечном сечении; к ним предъявляются одни и те же требования. Количество одинаковых швов допускается указывать на линии-выноске, имеющей полку с нанесенным обозначением шва.

Стандарты регламентирующие конструктивные элементы

Конструктивные элементы сварных соединений и размеры швов для различных видов сварки регламентированы соответствующими стандартами:

ГОСТ 8713-79 «Сварка под флюсом. Соединения сварные»;

ГОСТ 5264-80 «Ручная дуговая сварка. Соединения сварные»;

ГОСТ 14771-76 «Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные»;

ГОСТ 15164-78 «Электрошлаковая сварка. Соединения сварные»;

ГОСТ 14806-80 «Швы сварных соединений. Дуговая сварка алюминия и алюминиевых сплавов»;

ГОСТ 16098-80 «Соединения сварные из двухслойной коррозионно-стойкой стали»;

ГОСТ 16038-80 «Швы сварных соединений трубопроводов из меди и медноникелевого сплава»;

ГОСТ 11533-75 «Автоматическая и полуавтоматическая дуговая сварка под флюсом. Соединения сварные по острыми и тупыми углами»; ГОСТ 27580-88 «Дуговая сварка алюминиевая и алюминиевых сплавов.

Соединения сварные под острыми и тупыми углами».

Этими стандартами в зависимости от толщины металла устанавливаются формы поперечного сечения сварного шва и конструктивные элементы подготовленных кромок и выполненных швов, которым присваивают буквенно-цифровые обозначения.

Буквенная часть указывает на вид сварного соединения:

С – стыковое;

У

– угловое;

Т –

тавровое;

Н – нахлесточное.

Цифры отражают порядковый номер типа шва в конкретном стандарте.

Также используют условные обозначения основных способов сварки:

Р – ручная дуговая сварка;

ЭЛ – электронно-лучевая сварка;

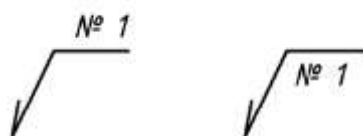
Ф – дуговая сварка под слоем флюса;

- ПЛ – плазменная и микроплазменная сварка;
- УП – сварка в активном газе плавящимся электродом;
- И – сварка в инертных газах;
- ИП – сварка в инертном газе плавящимся электродом;
- ИН – сварка в инертном газе неплавящимся электродом;
- Г – газовая сварка;
- Ш – электрошлаковая сварка.

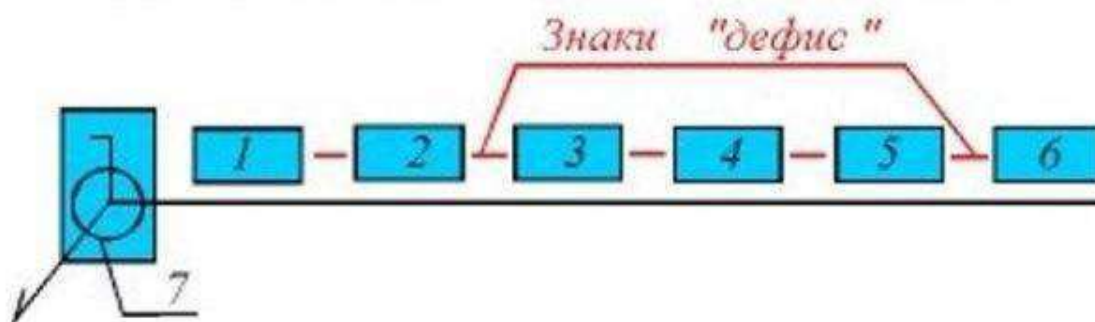
Структура обозначения сварного шва

Условное обозначение видимых и невидимых

- швов □ над полкой — *видимый*;
 □ под покой — *невидимый*.



Условное обозначение сварного шва:



Согласно изображению:

№1 — Обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений.

№2 — Буквенно-цифровое обозначение, ГОСТ.

№3 — Стандарт или тип, условный графический знак.

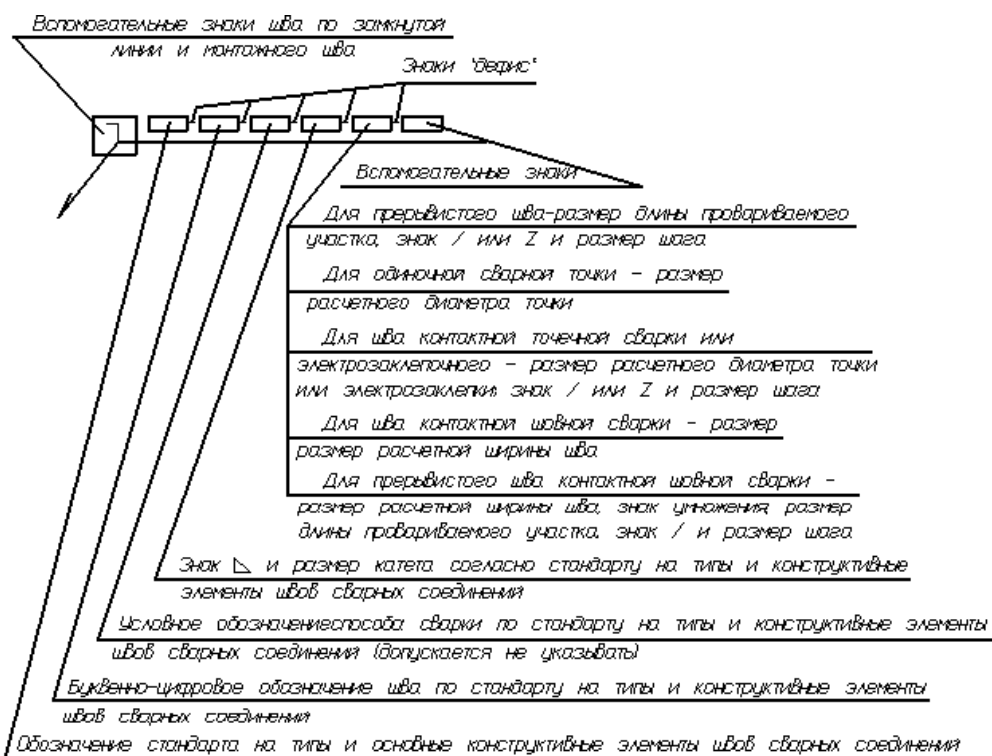
№4 — Размер швов в сечении, длина катета.

№5 — Знак углового шва с указанием длины участка.

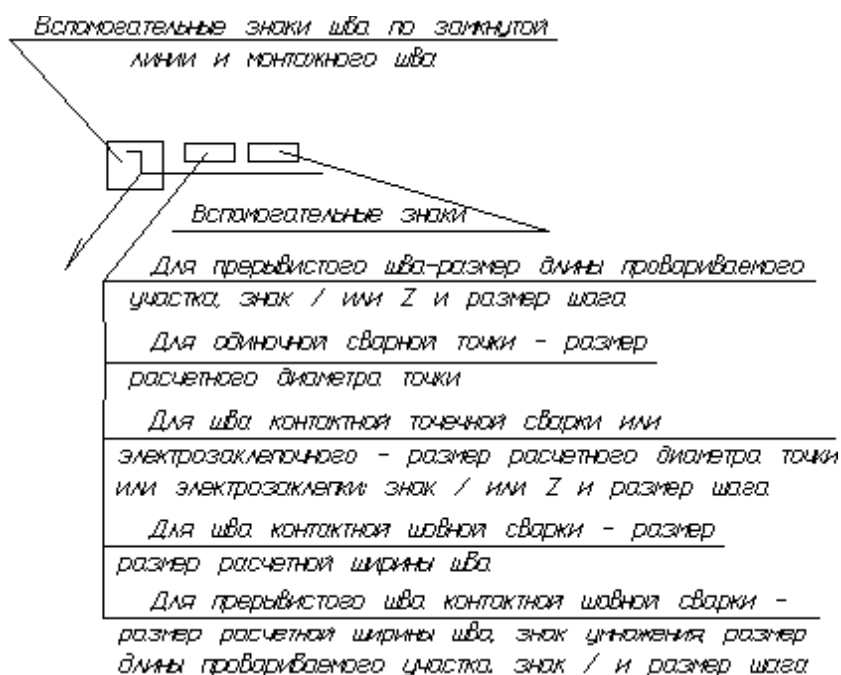
№6 — Вспомогательный знак.

Ко всем видам знаков в условном обозначении сварного шва выдвигаются требования: основные и вспомогательные знаки указываются сплошными тонкими линиями;

знаки должны быть одинаковой высоты с цифрами, которые входят в обозначения.



Структура условного обозначения нестандартного шва или одиночной сварной точки приведена на схеме



Вспомогательные знаки

Знак	Значение знака	Расположение знака	
		с лицевой стороны	с оборотной стороны
	Выпуклость шва снять		
	Наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу		
	Шов по незамкнутой линии (знак применяют, если расположение шва ясно из чертежа)		
	Шов по замкнутой линии (диаметр знака – 3...5 мм)		
	Шов выполнить при монтаже изделия, т.е. при установке его на месте применения		
	Шов прерывистый или точечный с цепным расположением (угол наклона линии ≈60°)		
	Шов прерывистый или точечный с шахматным расположением		

Примеры условных обозначений сварных швов приведены на рис. 1 и 2.

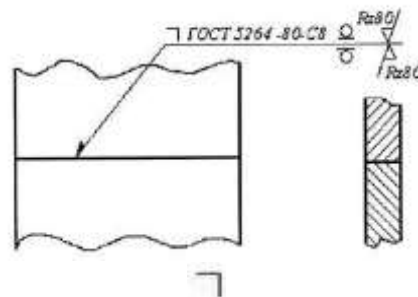


Рис. 1 Шов выполнен при монтаже () ручной дуговой сваркой по ГОСТ 5264-80, тип шва (С9), усилие шва снято с двух сторон обработкой резанием (



, шероховатость обработанной поверхности с лицевой стороны , с



Рис. 2 Шов выполнен по замкнутой кольцевой линии (О), сварка в защитном газе по ГОСТ 14771-76, соединение тавровое двустороннее без разделки кромок (ТЗ), в углекислом газе плавящимся электродом (УП), катет шва 6мм (Б 6), шов прерывистый с длиной проваренных участков 50мм (50), с шахматным расположением (З), с шагом 100мм (100).

Форма контроля: заполнение таблицы.

Контрольные вопросы:

Расшифровать и заполнить таблицу согласно примеров приведенным на рис.

1 и 2.

№ п/п	Условное обозначение шва на чертеже	Характеристика шва
1	<p>ГОСТ 15164-78-У2-ШЗ-Б 22</p>	
2	<p>ГОСТ 14776-79-Н1-ИП-92100 Rz40</p>	

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5

Тема 1.1. Подготовительные операции перед сваркой

Изучение нормативной документации, регламентирующей обозначение сварных соединений стальных трубопроводов (ГОСТ 16037-80 Соединения сварные стальных трубопроводов. Основные типы, конструктивные элементы.

Цель: ознакомление с видами сварных соединений стальных трубопроводов и их условным обозначением.

Задачи:

1. Изучить теоретические сведения.

2. В тетради для практических работ письменно ответить на контрольные вопросы.

Теоретическая часть:

1. Настоящий стандарт устанавливает основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений из сталей, а также сплавов на железоникелевой и никелевой основах, выполняемых дуговой сваркой в защитном газе.

2. В стандарте приняты следующие обозначения способов сварки: ИН - в инертных газах, неплавящимся электродом без присадочного металла; ИНп - в инертных газах неплавящимся электродом с присадочным металлом; ИП - в инертных газах и их смесях с углекислым газом и кислородом плавящимся электродом;

УП - в углекислом газе и его смеси с кислородом плавящимся электродом.

3. Конструктивные элементы сварных соединений, их размеры и предельные отклонения по ним должны соответствовать указанным в табл.2-47. Кроме указанных способов сварки, допускается применять другие способы дуговой сварки в защитных газах.

Согласно Единой системе конструкторской документации, изображения и обозначения швов сварных соединений в конструкторских документах изделий должны соответствовать ГОСТ 2.312-72 «Условные изображения и обозначения швов сварных соединений». Обозначение сварки выполняется наклонной линией с односторонней стрелкой, а характеристика шва, способ сварки и прочее указывается над или под горизонтальной полкой, которая смыкается с наклонной линией. Односторонняя стрелка указывает место шва. *Условное изображение видимого шва:* независимо от способа сварки видимый шов сварного соединения условно изображают сплошной основной линией.

Невидимого шва: независимо от способа сварки невидимый шов сварного соединения условно изображают штриховой линией.

Одиночной сварной точки: видимую одиночную сварную точку условно изображают знаком "+", который выполняют сплошными линиями.

Невидимые одиночные точки не изображают.

Сечения многопроходного шва: при изображении сечения многопроходного шва допускается наносить контуры отдельных проходов, при этом их обозначают прописными буквами русского алфавита.

Нестандартного шва: для нестандартного шва указывают размеры конструктивных элементов, необходимых для его выполнения (рис. 5).

Границы шва изображают сплошными основными линиями, а конструктивные элементы кромок в границах шва – сплошными тонкими линиями.

Для обозначения сварных швов используют также вспомогательные знаки. В условном обозначении шва вспомогательные знаки выполняют сплошными тонкими линиями. Вспомогательные знаки должны быть одинаковой высоты с цифрами, входящими в обозначение шва.

Примечание:

За лицевую сторону одностороннего шва сварного соединения принимают сторону, с которой производят сварку.

За лицевую сторону двустороннего шва сварного соединения с несимметрично подготовленными кромками принимают сторону, с которой производят сварку основного шва.

За лицевую сторону двустороннего шва сварного соединения с симметрично подготовленными кромками может быть принята любая сторона.

Структура условного обозначения шва

ГОСТ 2.312-72 «Условные изображения и обозначения швов сварных соединений» устанавливает ряд требований и обозначений стандартных и нестандартных швов и одиночных сварных точек. Если для шва сварного соединения установлен контрольный комплекс или категория контроля шва, то их обозначение допускается помещать под линией-выноской. При наличии на чертеже одинаковых швов обозначение наносится у одного из изображений, от изображений остальных одинаковых швов проводят линии-выноски с полками. Всем одинаковым швам присваивают одинаковый номер. Швы считаются одинаковыми, если: одинаковы их типы и размеры конструктивных элементов в поперечном сечении; к ним предъявляются одни и те же требования. Количество одинаковых швов допускается указывать на линии-выноске, имеющей полку с нанесенным обозначением шва.

Стандарты регламентирующие конструктивные элементы

Конструктивные элементы сварных соединений и размеры швов для различных видов сварки регламентированы соответствующими стандартами:

ГОСТ 8713-79 «Сварка под флюсом. Соединения сварные»;

ГОСТ 5264-80 «Ручная дуговая сварка. Соединения сварные»;

ГОСТ 14771-76 «Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные»;

ГОСТ 15164-78 «Электрошлаковая сварка. Соединения сварные»;

ГОСТ 14806-80 «Швы сварных соединений. Дуговая сварка алюминия и алюминиевых сплавов»;

ГОСТ 16098-80 «Соединения сварные из двухслойной коррозионно-стойкой стали»;

ГОСТ 16038-80 «Швы сварных соединений трубопроводов из меди и медноникелевого сплава»;

ГОСТ 11533-75 «Автоматическая и полуавтоматическая дуговая сварка под флюсом. Соединения сварные по острыми и тупыми углами»; ГОСТ 27580-88 «Дуговая сварка алюминиевая и алюминиевых сплавов.

Соединения сварные под острыми и тупыми углами».

Этими стандартами в зависимости от толщины металла устанавливаются формы поперечного сечения сварного шва и конструктивные элементы подготовленных кромок и выполненных швов, которым присваивают буквенно-цифровые обозначения.

Буквенная часть указывает на вид сварного соединения:

С – стыковое;

У-
угло
вое;
Т –
тавр
овое
;

Н – нахлесточное.

Цифры отражают порядковый номер типа шва в конкретном стандарте.

Также используют условные обозначения основных способов сварки:

Р – ручная дуговая сварка;

ЭЛ – электронно-лучевая сварка;

Ф – дуговая сварка под слоем флюса;

ПЛ – плазменная и микроплазменная сварка;

УП – сварка в активном газе плавящимся электродом;

И – сварка в инертных газах;

ИП – сварка в инертном газе плавящимся электродом;

ИН – сварка в инертном газе неплавящимся электродом;

Г – газовая сварка;

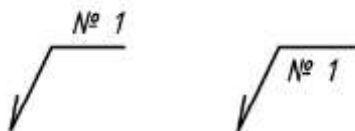
Ш – электрошлаковая сварка.

Структура обозначения сварного шва

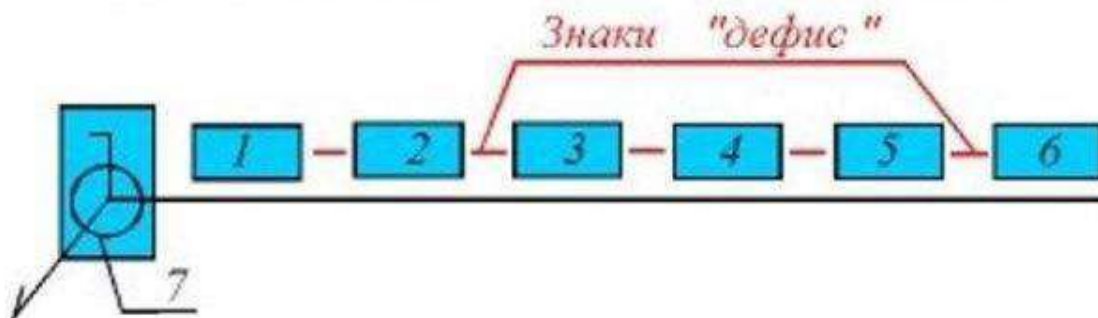
Условное обозначение видимых и невидимых

швов □ над полкой — *видимый*;

□ под покой — *невидимый*.



Условное обозначение сварного шва:



Согласно изображению:

№1 — Обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений.

№2 — Буквенно-цифровое обозначение, ГОСТ.

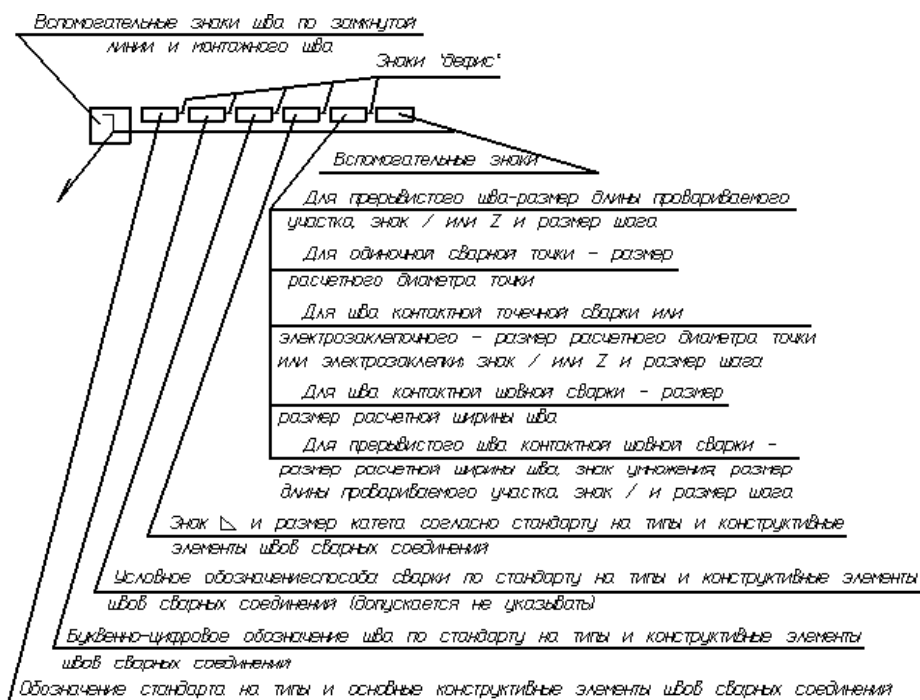
№3 — Стандарт или тип, условный графический знак.

№4 — Размер швов в сечении, длина катета.

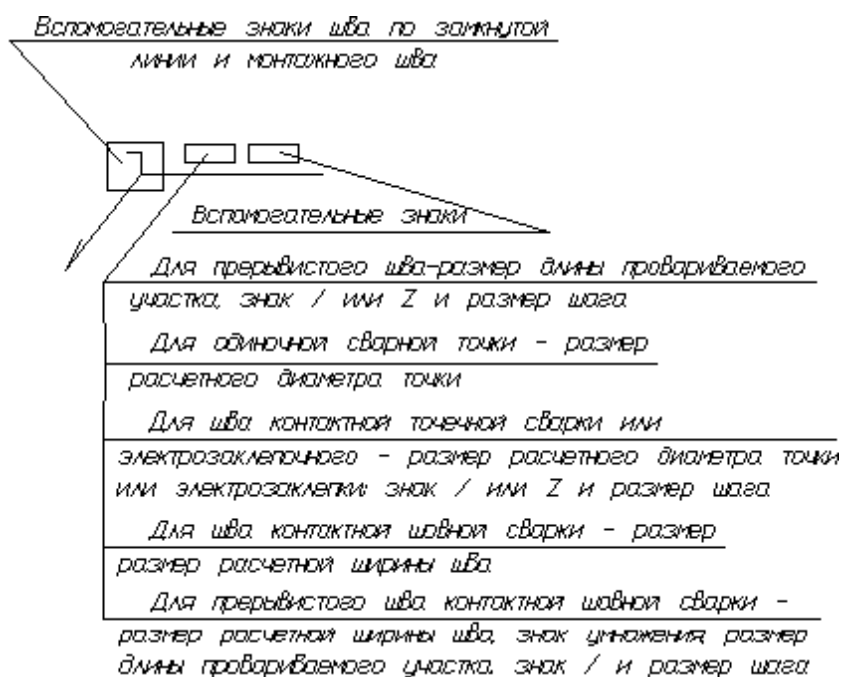
№5 — Знак углового шва с указанием длины участка.

№6 — Вспомогательный знак.

Ко всем видам знаков в условном обозначении сварного шва выдвигаются требования: основные и вспомогательные знаки указываются сплошными тонкими линиями; знаки должны быть одинаковой высоты с цифрами, которые входят в обозначения.



Структура условного обозначения нестандартного шва или одиночной сварной точки приведена на схеме



Вспомогательные знаки

Знак	Значение знака	Расположение знака	
		с лицевой стороны	с оборотной стороны
	Выпуклость шва снять		
	Наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу		
	Шов по незамкнутой линии (знак применяют, если расположение шва ясно из чертежа)		
	Шов по замкнутой линии (диаметр знака – 3...5 мм)		
	Шов выполнить при монтаже изделия, т.е. при установке его на месте применения		
	Шов прерывистый или точечный с цепным расположением (угол наклона линии ≈60°)		
	Шов прерывистый или точечный с шахматным расположением		

Примеры условных обозначений сварных швов приведены на рис. 1 и 2.

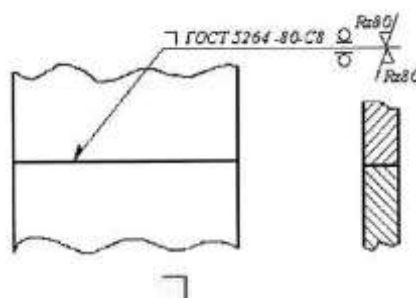


Рис. 1 Шов выполнен при монтаже() ручной дуговой сваркой по ГОСТ 5264-80, тип шва (С9), усилие шва снято с двух сторон обработкой резанием (

$\frac{0}{0}$), шероховатость обработанной поверхности с лицевой стороны $Rz80/\sqrt{\quad}$
 , с обратной $Rz80$ мкм. стороны

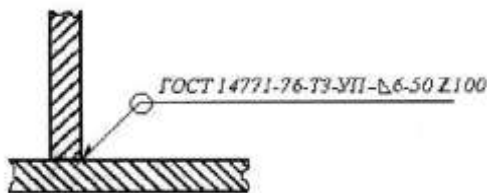


Рис. 2 Шов выполнен по замкнутой кольцевой линии (О), сварка в защитном газе по ГОСТ 14771-76, соединение тавровое двустороннее без разделки кромок (ТЗ), в углекислом газе плавящимся электродом (УП), катет шва 6мм (б), шов прерывистый с длиной проваренных участков 50мм (50), с шахматным расположением (Z), с шагом 100мм (100).

Форма контроля: заполнение таблицы.

Контрольные вопросы:

Расшифровать и заполнить таблицу согласно примеров приведенным на рис. 1 и 2.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6

Тема 1.1. Подготовительные операции перед сваркой

Чтение сборочных чертежей. Описание размеров и формы шва на чертеже.

Цели работы: систематизировать знания и умения при чтении условных обозначений сварных швов на чертежах. Научиться читать изображения сварных соединений и швов на чертежах. Оформить в тетради чертеж по ГОСТу и выполнить задание.

ХОД РАБОТЫ: Основные понятия. СВАРКА - процесс получения неразъемного соединения посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном или общем нагреве, или пластическом деформировании, или совместном действии того и другого.

Теоретические сведения

Условные изображения и обозначения швов сварных соединений устанавливает ГОСТ 2.312-72 ЕСКД.

Сварной шов, независимо от способа сварки, изображают на чертеже соединения: видимый - сплошной основной линией, невидимый – штриховой линией.

От изображения шва проводят линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой (рис. 1). При точечной сварке, видимую одиночную сварную точку изображают знаком "+" (рис. 1) Невидимые одиночные точки не изображают.

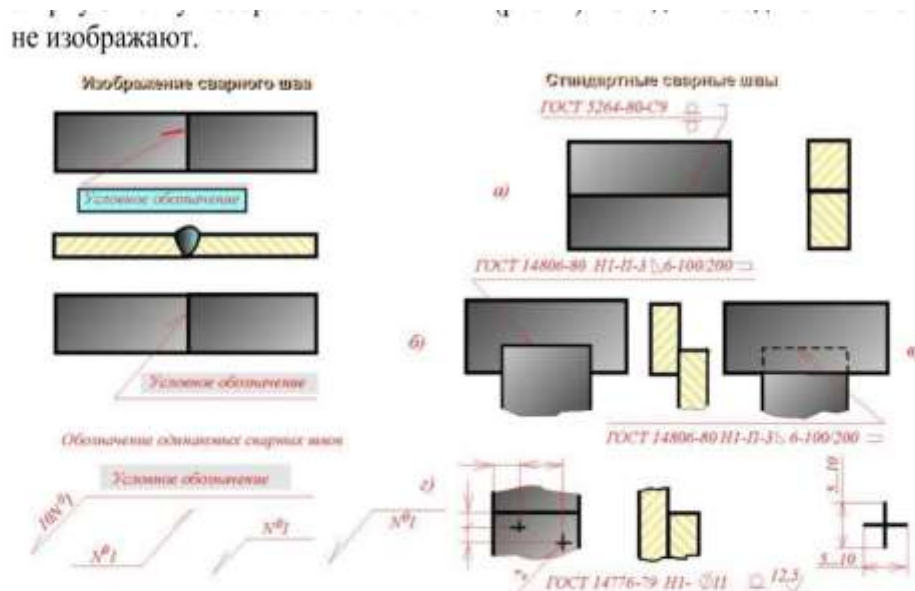


Рис. 1. Изображение сварного шва.

8 из 25

7

Рис. 1 Изображение сварного шва.

В зависимости от расположения свариваемых деталей различают следующие виды сварных соединений:

- 1) СТЫКОВОЕ, обозначаемое буквой С, при котором свариваемые детали соединяются своими торцами (рис. 2);
- 2) УГЛОВОЕ (У), при котором свариваемые детали располагаются под углом, чаще всего - 90 градусов, и соединяются по кромкам (рис. 2);
- 3) ТАВРОВОЕ (Т), при котором торец одной детали соединяется с боковой поверхностью другой детали (рис. 2);
- 4) НАХЛЕСТОЧНОЕ (Н), при котором боковые поверхности одной детали частично перекрывают боковые поверхности другой (рис. 2).

Кромки деталей, соединяемых сваркой, могут быть различно подготовлены под сварку в зависимости от требований, предъявляемых к соединению. Подготовка может быть выполнена: с отбортовкой кромок (рис. 2), без скоса кромок, со скосом одной кромки, с двумя скосами одной кромки, со скосами двух кромок (рис. 2). Скосы бывают симметричные и асимметричные, прямолинейные и криволинейные.

Швы в поперечном сечении выполняются нормальными без усиления и с усилением величиной g (рис. 2) Тавровые, угловые и нахлесточные швы характеризуются величиной катета K треугольного поперечного сечения шва.

2), без скоса кромок, со скосом одной кромки, с двумя скосами одной кромки, со скосами двух кромок (рис. 2). Скосы бывают симметричные и асимметричные, прямолинейные и криволинейные.

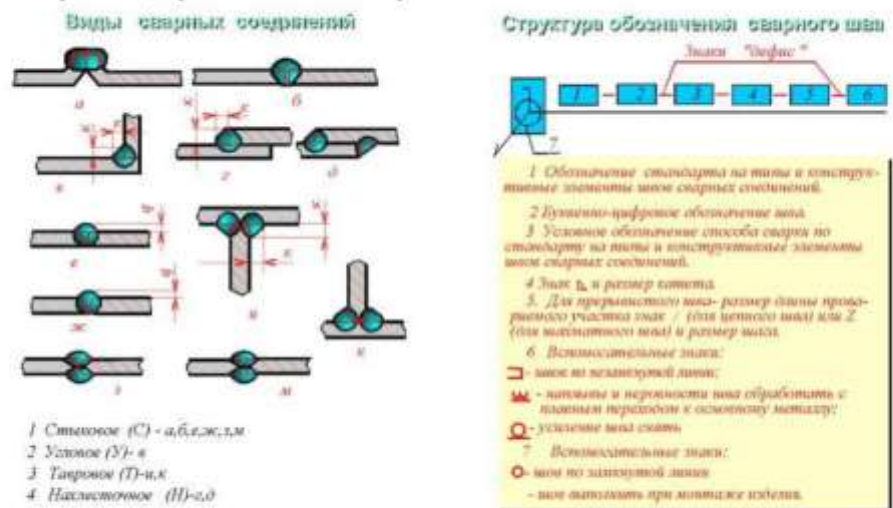


Рис. 2. Виды и структура сварных соединений.

Рис. 2 Виды и структура сварных соединений.

В зависимости от формы шва, скоса кромок, величины усиления и катета стандартные сварные швы имеют следующие условные обозначения: С1, С2, С3,..., У1, У2, У3,..., Т1, Т2, Т3,..., Н1, Н2, Н3... .

По характеру расположения швы делятся на односторонние и двусторонние. Швы могут быть сплошные и прерывистые.

Прерывистые швы характеризуются длиной провариваемых участков l с шагом t . Прерывистые швы, выполненные с двух сторон, могут располагаться своими участками l в шахматном или цепном порядке.

На изображении сварного шва различают лицевую и обратную стороны. За лицевую сторону одностороннего шва принимают ту сторону, с которой производится сварка.

Лицевой стороной двустороннего шва с несимметричной подготовкой (скосом) кромок будет та сторона, с которой производят сварку основного шва.

Если же подготовка кромок симметрична, то за лицевую сторону принимают любую.

1. ЗАДАНИЕ к практической работе:

В лабораторной тетради (выполнять чертеж можно на белом листе формата А4 или на развороте двойного листа) вычертить рамку по размерам на рис. 3.

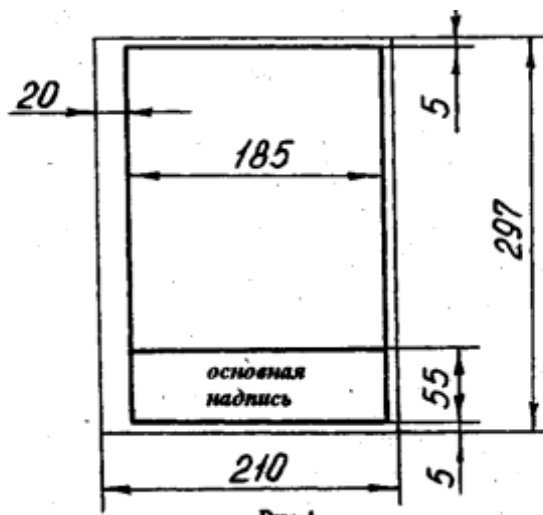


Рис. 1

Рис. 3 Размеры рамки

Вычертить и заполнить основную надпись по рис.4

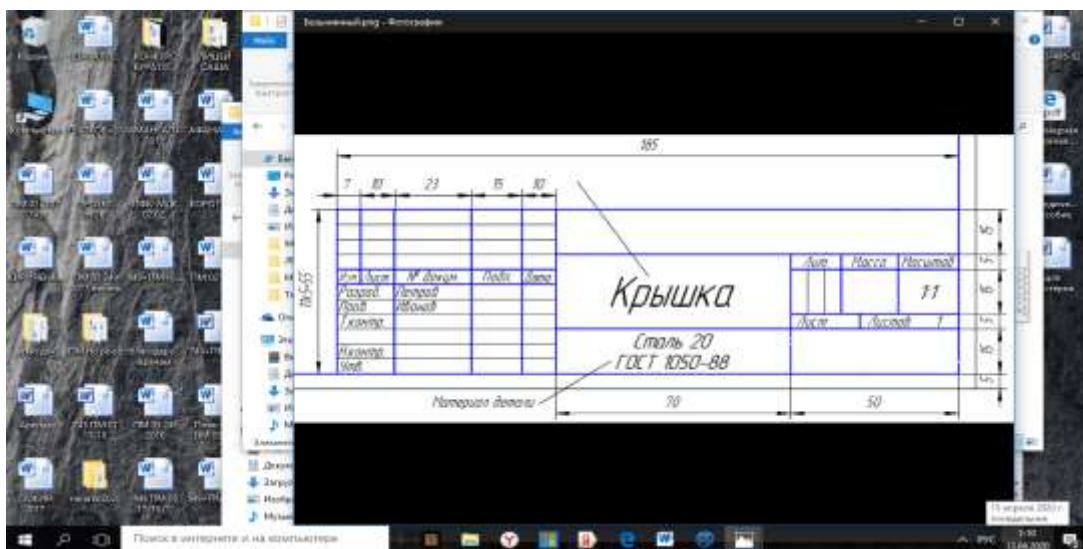


Рис. 4 Размеры рамки основной надписи

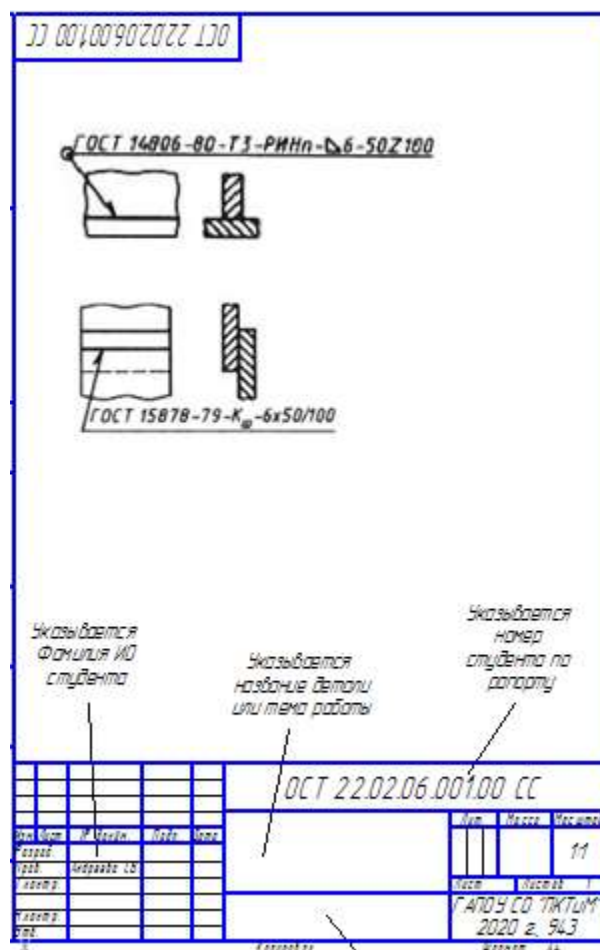


Рис. 5 Содержание основной надписи

Выполнить в рамке чертежи сварных соединений по рис. 6:

1. Выполните шов стыкового соединения со скосом одной кромки (С9), двусторонний, со снятием выпуклости с лицевой стороны, с требуемой шероховатостью обработанной поверхности, выполненный ручной дуговой сваркой по ГОСТ 5264-80 по незамкнутой линии. Материал свариваемых частей сталь Ст-3пс ГОСТ 380-79.

2. Выполните нахлесточное соединение (Н1), осуществляемое контактной точечной сваркой по ГОСТ 15878-79, в трех сварных точках, расчетный диаметр точки – 10мм. Материал свариваемых частей сталь Ст-3пс ГОСТ 380-79.

3. Выполните угловое соединение со скосом одной кромки (У6), высота катета – 6мм. по незамкнутой линии, ручной дуговой сваркой по ГОСТ 5264-80. Материал свариваемых частей сталь Ст-3пс ГОСТ 380-79.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7

Тема 1.2. Сборка конструкций под сварку

Сборка коробчатой конструкции

Цель работы:

Формирование способности и готовности использовать теоретические знания для сборки коробчатых конструкций.

Оборудование и материалы: Раздаточный материал.

Теоретические сведения

Основная трудность при сварке коробчатой конструкции из листового металла это возникновение напряжений и деформаций при сборке и сварке конструкции.

В местах концентрации напряжений суммарная величина их может превысить временное сопротивление разрыву наплавленного металла, что вызовет начало разрушения сварного шва. А в отдельных случаях приводит к разрушению сварной конструкции в целом. Причинами возникновения напряжений и деформаций при сварке являются: неравномерное нагревание металла, литейная усадка расплавленного металла, структурные превращения в металле.

Для борьбы с деформациями принимаются следующие меры.

Мероприятия, выполняемые до сварки.

Рациональное конструирование сварных изделий. В процессе конструирования необходимо: ограничивать количество наплавленного металла уменьшением катетов швов или угла скоса кромок; не допускать пересечения большого количества швов; не располагать сварные швы там, где действуют максимальные напряжения от внешних нагрузок, и размещать их симметрично; применять преимущественно стыковые швы и т. п.

Правильная сборка деталей с учетом возможных деформаций. При этом наиболее часто применяют метод обратных деформаций (рис. 1). Зная, что шов после охлаждения всегда сокращается в размерах, можно заранее предугадать характер возможных напряжений и деформаций и произвести предварительный выгиб свариваемых деталей и противоположную сторону. Величина обратного выгиба определяется расчетным или опытным путем.



Рис. 1. Обратные деформации и положения элементов изделия после сварки:
а - стыковое соединение двух пластин; б - тавровая балка; в - полка таврового соединения

При сборке деталей следует избегать прихваток, которые создают жесткое закрепление деталей и способствуют возникновению значительных остаточных напряжений. Лучше применять сборочные приспособления, допускающие некоторое перемещение деталей при усадке металла

Мероприятия, выполняемые в процессе сварки.

Рациональная последовательность наложения сварных швов. Сварные конструкции следует изготовлять так, чтобы замыкающие швы, создающие жесткий контур, заваривались в последнюю очередь. Сварку нужно вести от середины конструкции к ее краям, как бы сгоняя при этом внутренние напряжения наружу. Каждый последующий шов при многослойной сварке рекомендуется накладывать в направлении, обратном направлению предыдущего шва.

При сварке *полотнищ* из отдельных листов (рис. 2, а) в первую очередь нужно выполнять поперечные швы отдельных поясов, чтобы обеспечить их свободную усадку, а затем сваривать пояса между собой продольными швами. В противном случае возможно образование трещин в местах пересечения поперечных и продольных швов.

При сварке *двутавровых балок* (рис. 2, б) в первую очередь выполняют стыковые соединения стенок и полков, а затем - угловые поясные швы.

При сварке *цилиндрических сосудов* из нескольких обечайек (рис. 2, в) сначала выполняют продольные швы обечайек, а затем обечайки сваривают между собой кольцевыми швами. При ручной и механизированной сварке швы большой протяженности рекомендуется накладывать в обратноступенчатом порядке.

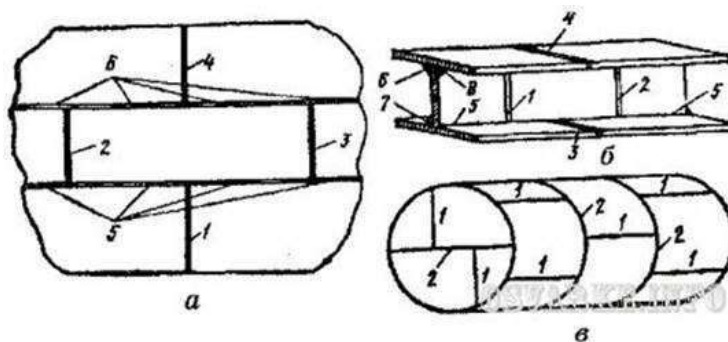


Рис. 2. Последовательность наложения швов (1-8) при сварке:
а - полотнища из отдельных листов; б - двутавровой балки; в - цилиндрического сосуда

Уравновешивание деформаций. В этом случае (рис. 3) швы выполняют в такой последовательности, при которой последующий шов вызывает деформации обратного направления по сравнению с деформациями от предыдущего шва. Этот способ может быть использован при симметричном расположении швов.

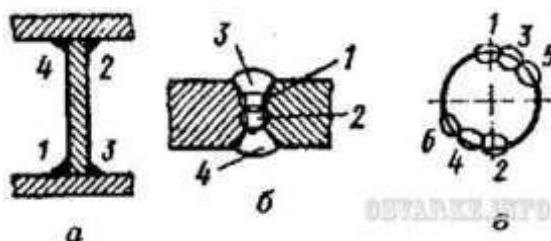


Рис.3. Уравновешивание деформации:

а - при изготовлении сварной двутавровой балки; б - при выполнении сварного стыкового многослойного шва; в - при наплавке валика продольными швами: 1-6 - последовательность наложения швов.

Жесткое закрепление деталей при сварке. В этом случае детали закрепляют в сборочно-сварочных приспособлениях, обладающих значительной жесткостью. После сварки в таких приспособлениях короблений деталей почти не будет, но в сварных швах возрастут внутренние напряжения.

Задание:

1. Опишите технологическую последовательность сборки-сварки коробчатых балок из стали (0,9 Г2С).

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

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8

Тема 1.2. Сборка конструкций под сварку

Сборка решетчатой конструкции.

Цель работы: Формирование способности и готовности использовать теоретические знания для сборки решетчатых конструкций.

Основные сведения:

Решетчатые конструкции — фермы, мачты, балки — изготавливают преимущественно из прокатных элементов; гнутые и сварные профили используют в меньшей степени. К решетчатым конструкциям относят также арматуру железобетона — сетки, плоские и пространственные каркасы.

Решетчатые конструкции представляют собой систему стержней, соединенных в узлах таким образом, что стержни испытывают главным образом растяжение или сжатие. К ним относятся фермы, мачты, арматурные сетки и каркасы.

Фермы, как и балки, работают на поперечный изгиб. Конструктивные формы балок проще, однако при больших пролетах применение ферм оказывается более экономичным. Характерные схемы выполнения решеток ферм показаны на рис. 7.18.

Треугольная (рис. 7.18, *а*) и раскосная (рис. 7.18, *б*) схемы являются основными. Фермы, воспринимающие нагрузки по верхнему или нижнему поясам, с целью уменьшения длины панели изготавливают по схемам (рис. 7.18, *в*, *г*). Иногда применяют безраскосные фермы с жесткими узлами (рис. 7.18, *д*). По очертанию поясов фермы могут быть с параллельными поясами или с поясами, образованными ломаной линией (рис. 7.18, *е*).

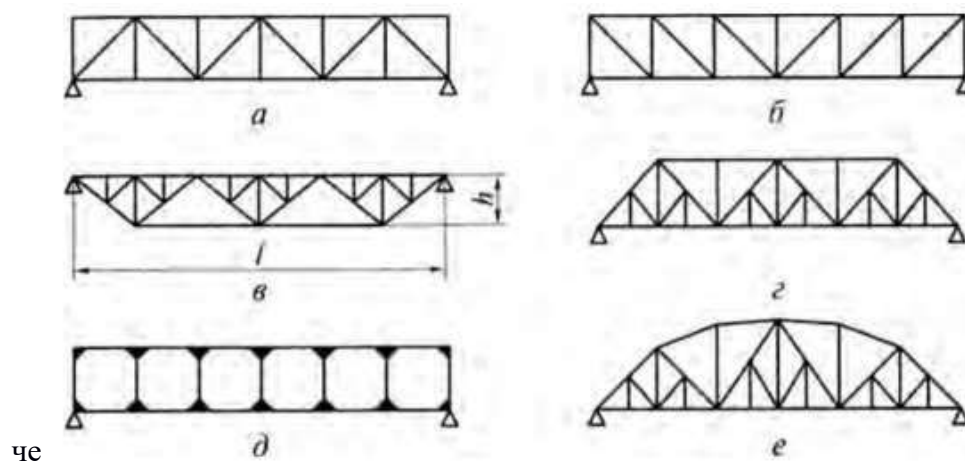


Рис. 7.18. Схемы решетчатых ферм:

а — треугольная; *б* — раскосная; *в* — с укороченным нижним поясом; *г* — с укороченным верхним поясом; *д* — безраскосная; *е* — с поясами, образованными ломаной линией; *h* — высота фермы; *l* — пролет фермы

По назначению фермы разделяют на стропильные и мостовые. Стропильные фермы работают при статической нагрузке. В качестве стержней используют главным образом прокатные и значительно реже гнутые замкнутые сварные профили и трубы.

Стержни в узлах соединяют либо непосредственно, либо с помощью вспомогательных элементов главным образом способами дуговой сварки. Перспективным является применение точечной контактной сварки.

При сборке ферм особое внимание уделяют правильному центрированию стержней в узлах во избежание появления изгибающих моментов, не учтенных расчетом.

Разнообразие типов и размеров ферм иногда не позволяет использовать преимущества их сборки в инвентарных кондукторах. В этих случаях нередко применяют метод копирования. Первую собранную по разметке ферму закрепляют на стеллаже — она служит копиром. При сборке детали каждой очередной фермы раскладывают и совмещают с деталями копирной фермы. После скрепления деталей прихватками собранную ферму (пока с односторонними уголками) снимают с копира, укладывают на стеллаже отдельно и ставят на нее недостающие парные уголки. Когда сборка требуемого количества ферм закончена, копирную ферму также дособируют и отправляют на сварку.

Первую собранную из уголков по разметке ферму (рис. 7.19, *a*) закрепляют на стеллаже — она служит копиром. При сборке детали каждой очередной фермы 2 раскладывают и совмещают с деталями 1 копирной фермы (рис.

7.19, *б*). После скрепления деталей 2

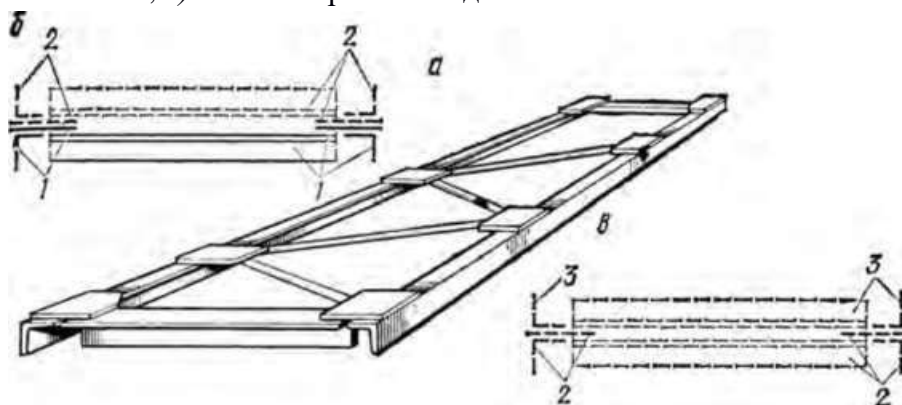


Рис. 7.19. Схема сборки фермы по копиру

прихватками собранную ферму (пока с односторонними уголками) снимают с копира, укладывают на стеллаже отдельно и ставят на нее недостающие парные уголки 3 (рис. 7.19, *в*). Когда сборка требуемого количества ферм закончена, копирную ферму также дособируют и отправляют на сварку. Такой способ прост и эффективен, но он не обеспечивает необходимой точности размеров ферм и правильного расположения монтажных отверстий, например для крепления ферм к колоннам.

Для увеличения точности сборки на концах копира укрепляют специальные съемные фиксаторы (рис. 7.20), которые определяют положение деталей с монтажными отверстиями и ограничивают геометрические размеры конструкции в пределах заданных допусков. Сборка ферм по копиру с фиксаторами производится в следующем порядке. Сначала устанавливают концевые планки 2,

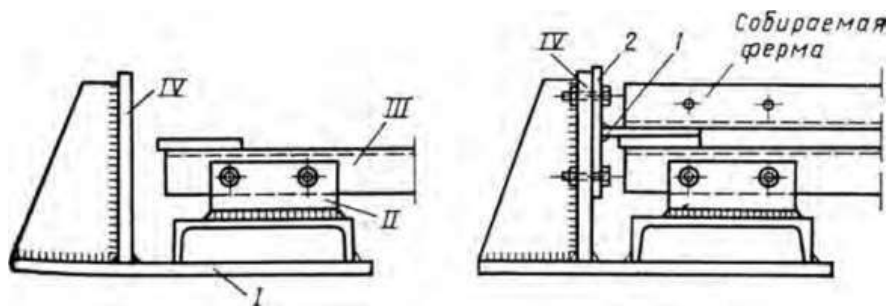


Рис. 7.20. Копир с фиксатором для сборки стропильных ферм / — основание фиксатора; II — крепление фиксатора к копиру; III — копир; IV — стойка фиксатора предварительно сваренные с фасонками I. Их правильное положение обеспечивают совмещением монтажных отверстий концевых планок с отверстиями в стойке фиксатора 4. Затем на копиере раскладывают все остальные элементы, производят прихватку, ферму снимают с копира, кантуют и дособируют, как описано выше.

При достаточно большом количестве выпускаемых ферм одного типоразмера становится экономически целесообразным использование кондукторов и кантователей. Кондуктор монтируют на базе плиты с Т-образными пазами. Плита состоит из отдельных секций и оснащена элементами универсальных сборочных приспособлений — опор, упоров, горизонтальных и вертикальных прижимов, фиксаторов. Детали устанавливают по упорам и перед прихваткой зажимают при помощи сборочных приспособлений: эксцентриковых зажимов, струбцин, вилок или с помощью переносной пневмогидравлической струбцины.

В кондукторе фермы собирают без кантовки. Для их поворота при сборке нередко используют устройство, дополняющее сборочный кондуктор (рис. 7.21). С помощью рамки 2 собранную ферму сначала ставят в вертикальное положение, а затем передают на стенд 3, причем в каждом из этих положений выполняют соответствующие швы. В это время на кондукторе 1 производят сборку следующей фермы.

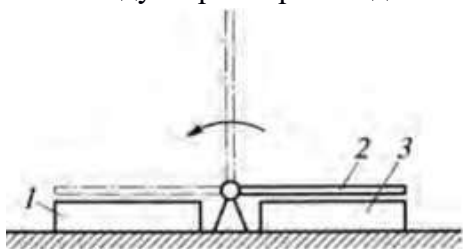


Рис. 7.21. Схема устройства для сборки и сварки ферм

1 — кондуктор; 2 — поворотная рамка; 3 — стенд

Использованию механизированных поточных методов при изготовлении ферм препятствует не только разнообразие типоразмеров и небольшое число изделий в серии, но и низкая технологичность типовых конструктивных решений. Большое количество деталей, составляющих ферму, усложняет сборочные операции, приводит к необходимости выполнения множества швов, различным образом ориентированных в пространстве, и требует кантовки собранного изделия при сварке. Качество получаемых

соединений в значительной мере зависит от квалификации сварщиков и ряда других факторов, характерных для ручного производства.

Уменьшить массу фермы позволяет использование трубчатых профилей. Однако для труб круглого сечения непосредственное соединение элементов в узле получается весьма трудоемким. Иногда концы труб относительно небольших диаметров сплющивают, что упрощает их соединение в узлах способами дуговой сварки. Значительно проще оказывается соединение в узлах труб прямоугольного или квадратного сечения.

Подготовка их к сборке и сварке требует фигурной обрезки концов на специальных машинах термической резки. Иногда концы труб относительно небольших диаметров сплющивают, что упрощает их соединение в узлах дуговой сваркой. Сплюснутые по концам трубы можно соединять в пространственный узел ванной сваркой, как показано на рис. 7.22. Торцы сплюснутых частей образуют ограниченное по периметру пространство, куда в процессе сварки вводят электрод или гребенку электродов. Такие узлы применяются в пространственно-стержневых несущих конструкциях большепролетных покрытий спортивных сооружений и рынков.

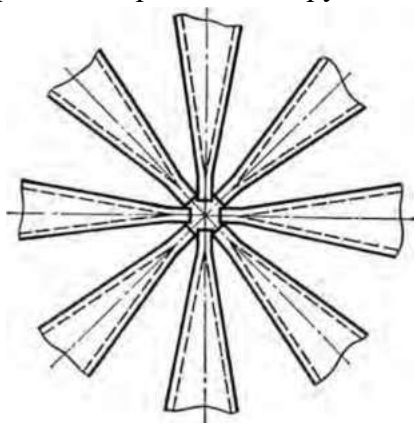


Рис. 7.22.

Соединение концов труб в пространственный узел ванной сваркой

При значительных размерах решетчатую конструкцию изготавливают на заводе по частям и отправляют на место монтажа отдельными секциями. Секции обычно представляют собой пространственные конструкции; в случае их серийного производства для сборки используют специальные кондукторы. Пространственные решетчатые конструкции башенного типа (радиомачты, радиобашни, конструкции буровых вышек и др.) имеют большую высоту и подвергаются значительным ветровым нагрузкам, поэтому их изготавливают преимущественно из трубчатых элементов. Так, например, стандартная радиомачта представляет собой решетчатую конструкцию, удерживаемую в вертикальном положении расчалками. Ее ствол выполняют из отдельных взаимозаменяемых секций. При монтаже башни секции соединяют на болтах с помощью фланцев, привариваемых к торцам поясных труб каждой секции. Точность расположения фланцев, а также совпадение отверстий на монтаже обеспечиваются заводской сборкой секций в кондукторе.

Контрольные вопросы

1. Какую оснастку используют для сборки и сварки решетчатых конструкций?
2. Какова последовательность выполнения сборочно-сварочных операций при изготовлении решетчатых конструкций?

3. Какие существуют характерные типы стыков решетчатых конструкций и в чем заключаются особенности их сборки и сварки?
4. В чем состоят характерные особенности оснастки, используемой при сборке и сварке решетчатых конструкций?
5. Какие приемы сборки и сварки плоских ферм используют в условиях мелкосерийного производства?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №9

Тема 1.2. Сборка конструкций под сварку

Сборка рамной конструкции.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Формирование способности и готовности использовать теоретические знания для сборки рамных конструкций.

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ:

Рамные конструкции представляют собой систему жестко соединенных балок или профильных элементов. Рамы входят в состав различных транспортных устройств (вагонов, автомобилей, мостовых кранов), приводов, металлоформ и т.д.

Сборка рамы заключается в придании её элементам проектного положения. При этом большое значение имеет последовательность сборочно-сварочных операций. Возможны следующие варианты: сварка после полного завершения сборки; попеременно сборка и сварка; поузловая сборка-сварка.

Для рам рекомендуется поузловая, с последующей общей сборкой и сваркой. Например, конструкция мостового крана, состоящая из 2-х пролетных балок и 2-х концевых.

Если рама не разбивается на самостоятельные узлы, то применяют последовательную сборку-сварку. При этом в 1-ю очередь собирают и прихватывают наиболее жесткую часть рамы, а затем к ней прихватывают остальные части.

Попеременная сборка-сварка применяется, когда полная сборка конструкции затрудняет доступ к сварным швам.

Сборка рам проводится: на стеллажах по разметке;

на стендах с передвижными порталами и стеллажами или плитами; в кондукторах.

Стенды с порталами применяют в серийном производстве для сборки плоских рам, детали которых прижимают к основанию или другим деталям вертикальными прижимами порталы.

Применение УСП позволяет перестраивать на другие типоразмеры рам и отказаться от передвижного портала. Кондукторы используют в серийном и массовом производстве для сборки одного или нескольких типоразмеров рам. Для сварки рам применяют полуавтоматы для сварки в защитных газах и РДС. Кантовка рам производится двухстоечными, книжными, кольцевыми и домкратными кантователями, а также кантователями с поворотной рамой.

Контрольные вопросы

1. Какую оснастку используют для сборки и сварки рамных конструкций?
2. Какова последовательность выполнения сборочно-сварочных операций при изготовлении рамных конструкций?
3. Какие существуют характерные типы рамных конструкций и в чем заключаются особенности их сборки и сварки?

4. В чем состоят характерные особенности оснастки, используемой при сборке и сварке рамных конструкций?
5. Какие приемы сборки и сварки рамных конструкций используют в условиях мелкосерийного производства?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №10

Тема 1.2. Сборка конструкций под сварку

Универсальные сборочно-сварочные приспособления (УСП)

Цель: Изучить комплект деталей УСП и научиться выбирать из комплекта УСП детали, необходимые для сборки приспособления. **Задачи:**

1. Изучить теоретические сведения.
2. В тетради для практических работ письменно ответить на контрольные вопросы.
3. Заполните таблицу.

Теоретическая часть:

Современное машиностроительное производство характеризуется высоким уровнем автоматизации и гибкости, за счет использования станков с ЧПУ и систем автоматизированного проектирования на различных этапах производства изделий. Для сокращения затрат на подготовку производства новых деталей в единичном и мелкосерийном производстве используют переналаживаемые станочные приспособления многократного применения [1, 2, 4]. К этой группе приспособлений относятся универсально-сборные приспособления (УСП) (рис.1).



Рис.1. Набор деталей и сборочных единиц УСП.

УСП являются общемашиностроительным видом оснастки, на детали и сборочные единицы которой разработаны и утверждены государственные

стандарты (ГОСТ 31.111.41–93, ГОСТ 31.111.42–93 и др.). Элементы УСП изготавливают централизованно и применяют во всех отраслях машиностроения и приборостроения.

Особенностью технологической подготовки производства с применением УСП заключается в том, что на предприятии, на котором используется этот вид приспособлений, из универсального набора деталей и сборочных единиц собирается приспособление для выполнения конкретной операции. После обработки заданной партии заготовок приспособление разбирают, а составляющие его элементы могут быть использованы для сборки новых приспособлений, предназначенных для обработки других заготовок. При этом отпадает необходимость в выполнении всего комплекса работ, относящихся к проектированию и изготовлению специальных приспособлений.

Техническая и экономическая обоснованность применения УСП объясняется тем, что цикл сборки приспособления из элементов УСП по времени в 40...50 раз и по трудоемкости в 10...15 раз меньше по сравнению с циклом изготовления специальных приспособлений. Кроме того, элементы УСП характеризуются высокой оборачиваемостью, т.е. каждый элемент УСП применяется в различных компоновках от 60 до 100 раз в течение года [4]. Срок службы основных элементов УСП достигает 12...15 лет, что определяет низкую себестоимость компоновок УСП [1,3].

Таким образом, применять приспособления УСП следует в тех случаях, когда специальную оснастку использовать нецелесообразно в силу высокой стоимости и большого цикла проектирования и изготовления.

Элементы приспособлений УСП соединяются между собой по схеме «шпонка–шпоночный паз» и фиксируются болтами, шпильками, винтами и гайками [2]. Шпоночные пазы на элементах УСП выполняются Т и П–образными. В зависимости от ширины Т–образного шпоночного паза выделяют три серии таких приспособлений: УСП–8, УСП–12, УСП–16.

Универсально-сборные приспособления с шириной Т–образного шпоночного паза 8 мм (УСП–8) предназначены для обработки заготовок массой до 5 кг и максимальными габаритными размерами 480×180×240 мм. Применяются преимущественно в приборостроительной и электронной промышленности.

Универсально-сборные приспособления с шириной Т–образного шпоночного паза 12 мм (УСП–12) предназначены для обработки заготовок массой до 60 кг и максимальными габаритными размерами 1440×300×720 мм. Применяются на машиностроительных предприятиях, как в основном, так и в инструментальном и в ремонтном производстве [3].

Универсально-сборные приспособления с шириной Т-образного шпоночного паза 16 мм (УСП-16) предназначены для обработки заготовок массой до 3000 кг и максимальными габаритными размерами 2400×2400×960 мм. Применяются в основном на предприятиях тяжелого машиностроения.

Обычно УСП собирается из элементов одной серии, в отдельных технических и экономически обоснованных случаях приспособление может собираться из элементов разных серий. Для этой цели служат переходные шпонки и шпильки.

Элементы УСП рассчитаны на длительный срок службы, поэтому их стоимость высока. Не рекомендуется их использовать для агрегатирования таких приспособлений, в которых масса заготовки или сила зажима создают контактные напряжения, вызывающие выкрашивание или продавливание элементов. Они не должны подвергаться действию ударных нагрузок, нагреваться свыше температуры 100°С, также необходимо исключить попадание на поверхность элементов брызг жидкого металла или химически активных веществ.

Все элементы УСП, входящие в комплект делятся по функциональному признаку на восемь групп: базовые, корпусные, установочные, направляющие, прижимные, крепежные, разные детали и сборочные единицы [1,3].

Базовые детали. К этой группе относятся квадратные, прямоугольные, круглые и облегченные плиты и т.п., т.е. все детали, которые обычно служат основаниями универсально-сборных приспособлений (рис.2).

Конструктивной особенностью базовых деталей является наличие на их рабочих поверхностях сетки Т-образных и П-образных шпоночных пазов с шагом, кратным 30 мм.



Рис.2. Базовые плиты:

а) прямоугольная; б) квадратная; г) круглая.

На пересечении осей Т-образных и П-образных шпоночных пазов расположены резьбовые отверстия.

На нижних плоскостях плит различного исполнения находятся пазы для точной ориентации УСП относительно Т-образных пазов стола станка. Ориентация круглых плит относительно поворотных головок, делительных

дисков и т.п. осуществляется кольцевой выточкой и шпоночным пазом, расположенным на нижней плоскости таких плит.

Корпусные детали. К этой группе относятся опоры, косынки, так называемые прокладки (прямоугольные, квадратные, Т-образные, круглые), подкладки, клинья, угольники, планки, вилки, кулачки и т.п. (рис.3).

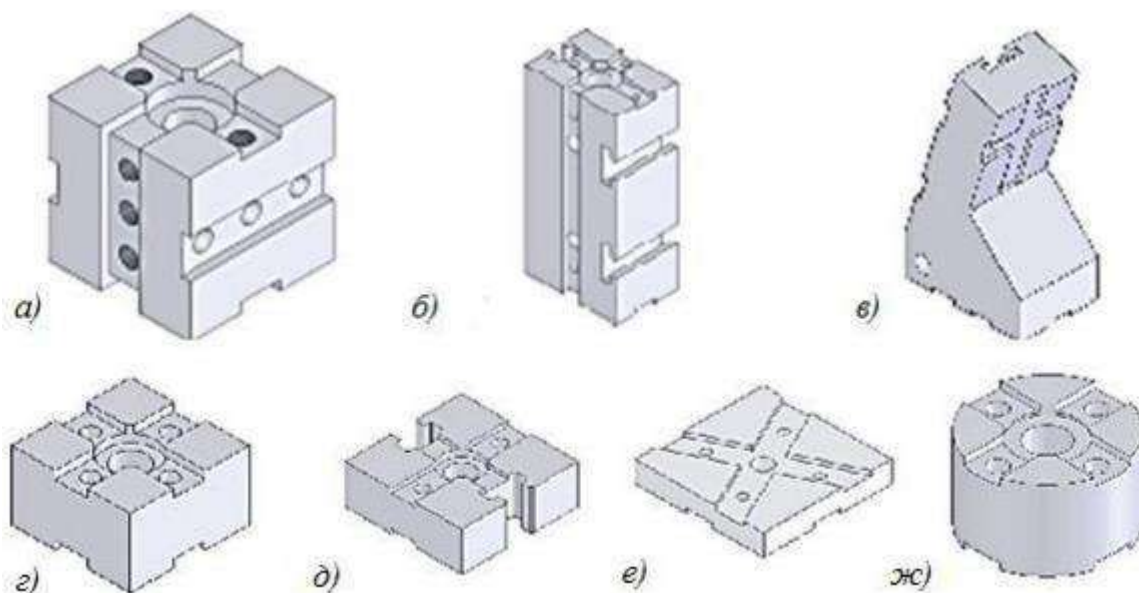


Рис.3. Корпусные детали: а) опора квадратная, б) опора прямоугольная, в) опора угловая, г),д),е) прокладки прямоугольные, ж) прокладка круглая.

Детали этой группы предназначены для образования корпуса приспособления. Кроме того, они могут выполнять функции базовых деталей при создании малогабаритных приспособлений или могут использоваться в качестве соединительных элементов при монтаже крупногабаритных приспособлений. В основном детали этой группы взаимозаменяемы. При отсутствии на участке сборки УСП той или иной корпусной детали ее заменяют другой деталью или блоком деталей этой же группы.

Широкая номенклатура и многообразие конструкций корпусных деталей позволяет создавать большое число разнообразных универсальносборных приспособлений. Конструктивной особенностью деталей 7 данной группы является наличие Т-образных и П-образных шпоночных пазов на их рабочих поверхностях.

Установочные детали предназначены для установки корпусных элементов относительно базовых деталей и относительно друг друга, а также для установки заготовок в приспособлениях (рис.4).

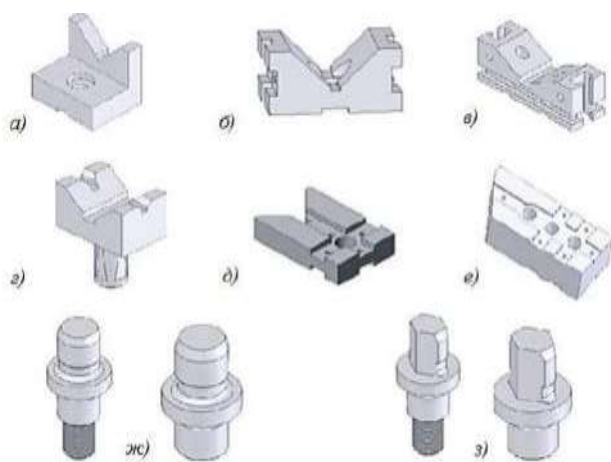


Рис.4. Установочные детали: а), б), в), г), д),е) призмы, ж), з) пальцы.

К этой группе относятся прямоугольные, Т-образные и переходные шпонки, установочные штыри и диски, установочные и переходные пальцы, цилиндрические, грибовые, упорные центры, призмы.

Направляющие детали. К этой группе относятся переходные и кондукторные втулки (рис.5), валики и колонки. Они служат для направления режущего инструмента и для настройки размеров приспособления.

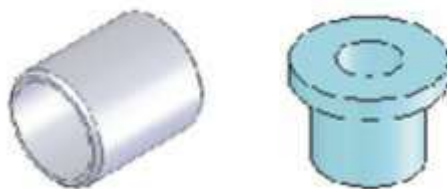


Рис.5. Направляющие детали. Кондукторные втулки. Прижимные детали предназначены для закрепления заготовок в приспособлениях. К этой группе относятся различные прихваты (рис.6) и планки.

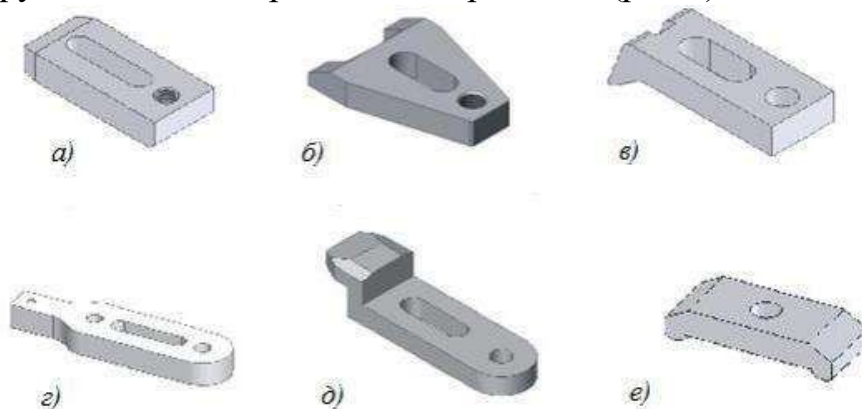


Рис.6. Прижимные детали, прихваты: а) передвижной, б) передвижной вильчатый, в) передвижной, г) передвижной, д) передвижной, е) передвижной.

в) передвижной с выступом, г) передвижной удлиненный, д) передвижной изогнутый, е) двусторонний.

Крепежные детали. Ряд деталей этой группы имеет узкое специальное назначение и ограниченную область применения, но монтаж приспособлений без них затруднителен. В эту группу включены болты, винты, шпильки, гайки, шайбы. Они служат для соединения между собой элементов приспособления и для закрепления обрабатываемой детали (рис.7).

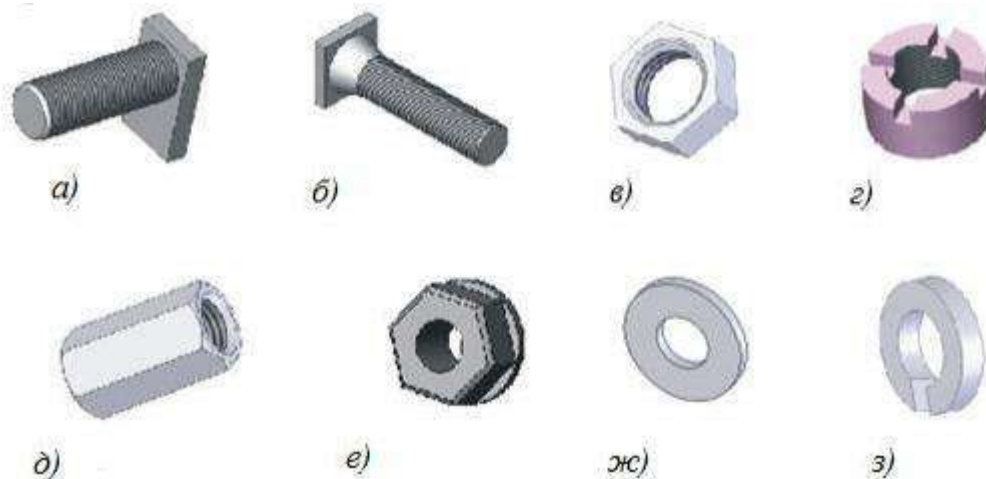


Рис.7. Крепежные детали: а), б) болты пазовые, в) гайка шестигранная низкая, г) гайка круглая, д) гайка шестигранная высокая, е) гайка шестигранная с буртиком, ж) шайба плоская, з) шайба пружинная.

Разные детали. К этой группе относятся ушки, вилки, хомутики, оси, наконечники, шайбы стопорные, кольца, рукоятки, пружины и др. Они имеют самое различное назначение.

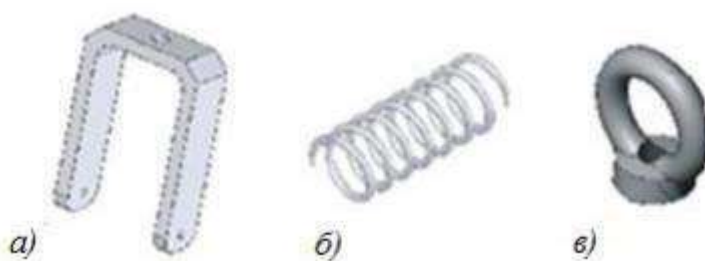


Рис.8. Разные детали: а) хомутик, б) пружина, в) гайка грузовая.

Сборочные единицы. Применение сборочных единиц открывает возможность для монтажа более рациональных и компактных УСП с минимальным числом входящих в них корпусных, крепежно-прижимных и других деталей, ускоряет процесс сборки приспособлений и создает удобства в их эксплуатации.

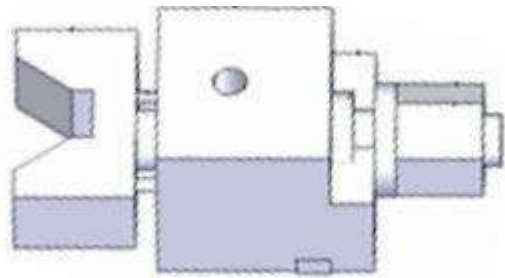


Рис.9. Сборочная единица. Подвижная призма.

В эту группу входят поворотные головки, фиксаторы, центровые бабки, подвижные призмы (рис.9), складывающиеся и откидные планки, делительные диски, эксцентриковые, кулачковые, клиновые, винтовые и тисочные зажимы, роликовый люнет, державки, шарнирные прихваты с призмой и т.п.

Сборочные единицы подобно базовым и корпусным деталям имеют на своих поверхностях Т-образные и П-образные шпоночные пазы, которые позволяют соединять их как между собой, так и с элементами других групп.

Количество типоразмеров деталей УСП в каждой из перечисленных выше групп индивидуально для каждой серии. Например, для комплекта УСП-12, количество типоразмеров базовых деталей равно 82, корпусных деталей – 633, установочных деталей – 140, направляющих – 74, прижимных – 48, крепежных – 152, разных – 126 и сборочных единиц – 68 [3]. А для комплекта УСП-8 количество типоразмеров деталей в каждой группе отличается в сравнении с УСП-12.

На основе производственного опыта установлено, что детали в комплекте УСП должны быть распределены по группам в следующих пропорциях: базовые 0,5...1%, корпусные 14...15%, установочные 20...22%, направляющие 3...4%, прижимные 4...5%, крепежные 51...53%, разные 4...5%, сборочные единицы 0,5...1% [3].

Технические требования к деталям и сборочным единицам УСП

Основными требованиями, предъявляемыми к элементам УСП, являются высокая износостойкость, прочность и точность изготовления. В связи с наличием в элементах УСП большого количества пазов, канавок, отверстий и других концентраторов напряжений элементы УСП всех серий и модификаций изготавливаются из материалов, имеющих высокую прочность и поверхностную стойкость с сохранением вязкой и прочной сердцевины, после термообработки.

Основные ответственные элементы (базовые плиты, корпусные детали и др.) изготавливают из стали 12ХНЗА. Наличие в стали примеси никеля повышает коррозионную стойкость. Элементы, изготовленные из этой стали

подвергаются цементации на глубину 0,8...1,6 мм с последующей закалкой до HRC 58...62.

Установочно-направляющие детали (кулачки, пальцы, опоры сферические, шпонки и др.) изготавливают из стали 20X, 40X, У8А. Детали из стали 20X цементируют и закаливают также, как и детали из стали 20ХН3А. Детали из стали 40X азотируют на глубину 0,3...0,5 мм. Твердость поверхностного слоя в этом случае HRC 48...58, а сердцевины HRC 28...32. Детали из стали У8А закаливают до твердости HRC 56...64. Направляющие детали – кондукторные втулки малых и средних размеров изготавливают из сталей 9ХС, У8А и закаливают до твердости HRC 60...64.

Основные детали сборочных единиц (основания, корпуса) изготавливают из стали 20X. Крепежные детали изготавливают из сталей 38ХА, 40X, 45 и закаливают до твердости HRC 36...42. Наиболее ответственные болты изготавливают из сталей 38ХА и 40X, что позволяет уменьшить размеры сечения болтов при обеспечении необходимой прочности.

Подавляющее число поверхностей в деталях УСП, независимо от конструктивно-эксплуатационного назначения, выполняются с шероховатостью поверхностей $Ra=0,16...0,63$ мкм. Это объясняется тем, что низкая шероховатость поверхности уменьшает коррозию элементов, а следовательно, повышает их долговечность и сохранность внешнего вида в течение длительного срока эксплуатации.

Система УСП исключает дополнительную пригонку элементов в процессе сборки приспособлений, поэтому они изготавливаются с повышенной точностью линейных и угловых размеров и межцентровых расстояний (по 6 качеству). Допуски параллельности и перпендикулярности рабочих плоскостей, осей отверстий, шпоночных пазов соответствуют 5 степени точности. Также жесткие требования предъявляют к резьбовым соединениям, т.к. необходимо увеличивать срок их эксплуатации и повышать надежность соединений. Болты, винты, шпильки, гайки являются изделиями многократного применения, и точность их изготовления нормируется по 8, 9 степени точности. Профиль резьбы имеет шероховатость не ниже $Ra=2,5$ мкм.

Высокие требования, предъявляемые к точности и шероховатости поверхностей элементов УСП, позволяют проводить сборку компоновок, не уступающим по точности, в ряде случаев, специальным приспособлениям.

По статистическим данным заводов, имеющих собственные комплекты УСП, уменьшение числа элементов по причинам износа и поломок составляет 4...8% в год. В основном выходят из строя крепежные детали и кондукторные втулки.

Конструирование УСП

К универсально-сборным приспособлениям предъявляют такие же требования, как и к другим специальным приспособлениям. Установочные элементы, базирующие деталь на корпусе компоновки УСП, должны обеспечивать устойчивость ее положения как в закрепленном, так и в раскрепленном состоянии. Расстояние от установочной базовой поверхности корпуса до плоскости стола станка должно быть минимальным. Это обеспечивает наиболее устойчивое положение детали и снижает возможность появления вибраций при обработке. Зажимные и крепежные элементы должны обеспечить равномерность и надежность крепления детали, не вызывая деформации и повреждения поверхности. Зажимные элементы должны воспринимать по возможности минимальные составляющие сил резания. Для сверлильных приспособлений направляющие планки под кондукторные втулки должны иметь минимальный вылет. В целях обеспечения нормального выхода стружки через отверстие в кондукторной втулке, зазор между ее торцом и обрабатываемой поверхностью детали должен отсутствовать. Если обеспечить зазор в пределах $(0,3 \dots 1) d_{св}$, где $d_{св}$ – диаметр сверла, то стружка будет 12 выходить в свободное пространство между торцевой поверхностью кондукторной втулки и обрабатываемой поверхностью детали. Любой из этих вариантов может быть применен в зависимости от конкретных условий обработки заготовки.

Процесс конструирования УСП заключается в основном в подборе необходимых деталей и сборочных единиц, а также рациональном их сочетании в общей компоновке приспособления.

Исходными данными для сборки компоновки являются метод обработки (фрезерование, точение, сверление и др.), чертеж детали, схема базирования, тип станка и число деталей, обрабатываемых в приспособлении. Сборка компоновки УСП значительно упрощается, если кроме чертежа и технологического процесса имеется в наличии и заготовка детали.

Конструирование УСП целесообразно начинать с уточнения общей схемы приспособления. Разрабатывается несколько вариантов схем приспособления, затем проводят их сравнительную оценку с точки зрения надежности, безопасности в работе, габаритных размеров и массы, удобства обслуживания, возможности наладки и регулировки. После выбора окончательного варианта схемы по размерам заготовки подбирают элементы УСП.

Процесс сборки универсально-сборных приспособлений начинается с выбора базовой плиты, тип и размер которой определяется в зависимости от принятой схемы приспособления. Размеры базовой плиты должны

обеспечить установку на ее рабочей поверхности деталей и сборочных единиц, воспринимающих основную нагрузку от сил резания. Общую компоновку УСП начинают с установки на базовой плите элементов базирования и крепления заготовки, затем устанавливаются другие элементы, например, прямоугольные опоры, на которых закрепляют направляющие планки с кондукторными втулками и др. Положение одного элемента относительно другого элемента определяется несколькими шпонками, которые с помощью винтов фиксируются в соответствующих пазах. Затем элемент УСП со шпонками устанавливают в пазы другого элемента приспособления и производят затяжку стыков болтами. Предварительное положение деталей определяют линейкой или штангенциркулем, а окончательный контроль размеров – набором концевых мер длины и микрометрами.

Часто в компоновках УСП корпуса, на которых монтируют другие элементы, представляют собой сборные конструкции. В зависимости от габаритных размеров и массы обрабатываемых деталей корпуса собирают из нескольких базовых плит и объединяют в каркас при помощи 13 угольников и планок. Для финишных операций, с небольшими усилиями на заготовку при обработке, корпуса УСП могут быть собраны из отдельных корпусных деталей (прямоугольных планок, угольников и прямоугольных опор).

Не всегда из имеющихся в комплекте элементов УСП можно собрать необходимую компоновку приспособления. В некоторых случаях она получается громоздкой и неудобной в работе. Тогда рекомендуется вводить в компоновку одну или несколько специальных деталей, которые упрощают конструкцию и повышают эксплуатационные свойства приспособления.

С целью повышения безопасности работ на станках с УСП плотности соединения стыков приспособлений уделяется особое внимание. Поэтому на участке сборки рекомендуется использовать динамометрические ключи для контроля затяжки резьбовых соединений.

Таблица 1. Силы и моменты затяжек болтов и шпилек

Резьба болта или шпильки	Допускаемая сила затяжки, Н	Допускаемый момент затяжки, Н·м	Разрывная сила затяжки, Н
M8	30000	50	50000
M12×1,5	50000	120...140	115000
M16	70000	220...240	180000

На крупных предприятиях, где система УСП применяется много лет, комплект элементов УСП может включать 15...25 тыс. деталей. Из такого комплекта можно собрать и использовать на рабочих местах одновременно 150...200 компоновок. Пусковой комплект, позволяющий начать промышленное применение системы на предприятии должен состоять из

1...2,5 тыс. деталей, что позволяет собирать за год несколько сотен оригинальных компоновок. Пример компоновки приспособления из элементов УСП для фрезерной операции представлен на рис.10.

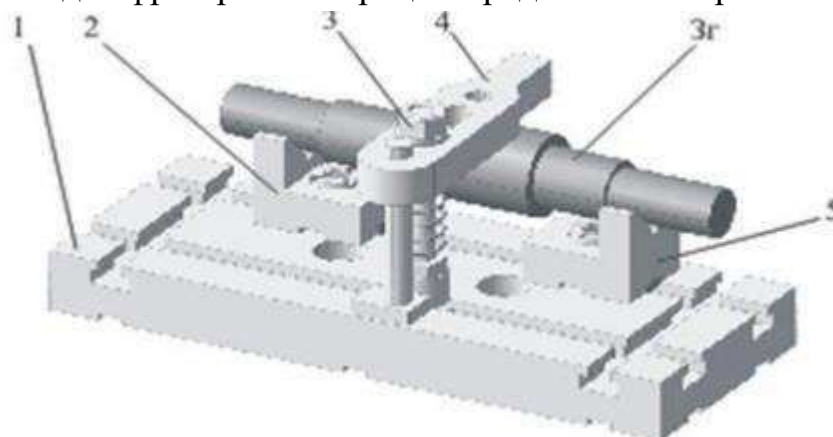


Рис.10. Приспособление для фрезерования пазов на валу: 1- плита, 2,5 - призмы, 3 - винтовой зажим, 4 – прихват.

Максимальная точность обработки заготовок в УСП при различных ее видах достигает 7 квалитета.

На сборку одного приспособления средней сложности затрачивается примерно 3 часа рабочего времени.

Для сокращения вспомогательного времени и механизации процесса закрепления заготовок разработаны пневматические силовые цилиндры, встроенные в прямоугольный корпус. На поверхности корпуса выполнена сетка шпоночных пазов и резьбовых отверстий для присоединения к деталям УСП. Пневматические цилиндры не получили широкого применения ввиду малого хода зажимных элементов в рабочей зоне (до 1мм при ходе плунжера 10 мм) и из-за больших габаритных размеров при относительно малых силах зажима.

Средства механизации вместе с деталями УСП образуют расширенный механизированный комплект. Выпускают два вида механизированных универсально-сборных приспособлений: УСПМ-12 и УСПМ-16. Комплект средств механизации этих серий состоит из гидравлических блоков и цилиндров, гидропривода и арматуры, прихватов, опорных деталей для установки цилиндров и других элементов. В качестве привода используют гидравлические и пневматические установки, а также пневмогидропреобразователи, которые преобразуют низкое давление воздуха в высокое давление масла.

Форма контроля: письменные ответы на вопросы. **Контрольные вопросы:**

1. Для какого типа производства целесообразно применять УСП?
2. Какие достоинства и недостатки имеют УСП?
3. Какие серии комплектов УСП стандартизированы?
4. Какие группы деталей входят в комплект УСП?

5. Какое число деталей входит в комплект УСП?
6. Сколько приспособлений можно собрать из одного комплекта УСП для ряда одновременно работающих станков на одном предприятии?
7. Существует ли возможность сборки приспособления из элементов разных серий?
8. Из каких материалов изготавливают элементы УСП?
9. Какую шероховатость поверхностей имеют элементы УСП?
10. С какой точностью изготавливаются элементы УСП?
11. На каких станках применяют УСП?
12. Для каких видов работ используются УСП?
13. Какую точность обработки заготовки можно достичь, устанавливая ее в приспособлениях, собранных из элементов УСП?
14. Каким образом получают корпуса для обработки крупногабаритных деталей?
15. В каком порядке собирают приспособление из элементов УСП?
16. Какие требования предъявляются к приспособлениям, собранным из элементов УСП?
17. Можно ли подвергать подгонке отдельные элементы УСП?
18. Каким образом контролируют усилие затяжки резьбовых соединений на участках сборки УСП?
19. Используют ли средства механизации в УСП?
20. Какие виды зажимов заготовки используются в УСП и УСПМ?
21. Допускается ли изготовление специальных деталей для комплекта УСП и сборка компоновки приспособления с их использованием?
22. Какие элементы УСП используются для поворота детали на определенный угол?
23. Какие элементы УСП используются для получения поверхностей, расположенных под некоторым углом к горизонтальной или вертикальной плоскости?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №11

Тема 1.2. Сборка конструкций под сварку

Изучение типовых операций заготовительного производства

Цель работы:

- Изучить : способы устранения дефектов сварных швов;
- порядок проведения работ по предварительному, сопутствующему (межслойному) подогреву металла;

Теоретические сведения

Виды термообработки

Термическая обработка (термообработка) стали, цветных металлов — процесс изменения структуры стали, цветных металлов, сплавов при нагревании и последующем охлаждении с определенной скоростью.

Термическая обработка (термообработка) приводит к существенным изменениям свойств стали, цветных металлов, сплавов. Химический состав металла не изменяется.

Виды термической обработки стали

Отжиг — термическая обработка (термообработка) металла, при которой производится нагревание металла, а затем медленное охлаждение. Эта термообработка (т. е. отжиг) бывает разных видов (вид отжига зависит от температуры нагрева, скорости охлаждения металла).

Закалка — термическая обработка (термообработка) стали, сплавов, основанная на перекристаллизации стали (сплавов) при нагреве до температуры выше критической; после достаточной выдержки при критической температуре для завершения термической обработки следует быстрое охлаждение. Закаленная сталь (сплав) имеет неравновесную структуру, поэтому применим другой вид термообработки — отпуск.

Отпуск — термическая обработка (термообработка) стали, сплавов, проводимая после закалки для уменьшения или снятия остаточных напряжений в стали и сплавах, повышающая вязкость, уменьшающая твердость и хрупкость металла.

Нормализация — термическая обработка (термообработка), схожая с отжигом. Различия этих термообработок (нормализации и отжига) состоит в том, что при нормализации сталь охлаждается на воздухе (при отжиге — в печи).

Низкоуглеродистые стали хорошо свариваются всеми способами сварки плавлением. В тех случаях, когда сварная конструкция имеет большую жёсткость, или она изготовлена из толстолистного металла, назначают термическую обработку для снятия сварочных напряжений. Как правило, это нормализация при температуре 900...940°C или высокий отпуск при температуре 650...700°C.

Среднеуглеродистые стали при сварке имеют низкую стойкость металла шва против трещин и склонны к образованию закалочных структур в шве околошовной зоне. Для сварки такого рода сталей применяют предварительный общий подогрев изделия до температуры 250...300°C. После сварки обычно производят закалку и высокий отпуск стали для выравнивания свойств и снятия сварочных напряжений. В зависимости от размеров сварочной конструкции и наличия оборудования для термической обработки сварные соединения из среднелегированных сталей могут, как подвергаться, так и не подвергаться термической обработке.

После термической обработки (закалка + высокий отпуск) сварные соединения становятся равноценными основному металлу по всем физико-химическим свойствам, при условии одинаковости химического состава металла шва и основного металла. В ряде случаев механические свойства шва выше, чем у основного металла из-за благоприятной первичной кристаллизации и большой химической однородности металла шва.

Грубозернистая структура участка перегрева околошовной зоны полностью ликвидируется после термической обработки.

Иногда для повышения механических свойств и снятия сварочных напряжений применяют высокий отпуск (нагрев до 600...650°C) или низкий отпуск (200...300°C). Высокий отпуск для таких сталей более эффективен, так как обеспечивает полное снятие сварочных напряжений и частично устраняет закалку металла шва и околошовной зоны. При этом прочность немного понижается, пластичность, и ударная вязкость существенно возрастает. Однако высокий отпуск не обеспечивает перекристаллизации металла и не может полностью устранить структуру закалки.

Низкоуглеродистые хромистые ферритные и мартенситные стали толщиной до 10 мм можно сваривать без предварительного подогрева, не опасаясь появления холодных трещин. Если сварку проводят электродами из хромистой мартенситной или ферритно-мартенситной стали, то сразу же после сварки, во избежание появления холодных трещин и для повышения пластичности сварного соединения, необходимо провести отпуск при

температуре 700...750оС. При сварке аустенитными электродами отпуск может проводиться не сразу после сварки.

Низкоуглеродистые хромистые стали толщиной свыше 10 мм желательно сваривать с предварительным подогревом до 150...180оС.

Высокоуглеродистые хромистые стали необходимо сваривать с подогревом независимо от толщины изделия.

В зависимости от размеров сварной конструкции и наличия оборудования для термической обработки сварные соединения из среднелегированных сталей могут как подвергаться, так и не подвергаться термической обработке.

В случае проведения закалки с высоким отпуском сварные соединения становятся равноценными основному металлу по всем физико-химическим свойствам, при условии одинаковости химического состава металла шва и основного металла. В ряде случаев механические свойства шва выше, чем у основного металла из-за благоприятной первичной кристаллизации и большой химической однородности металла шва.

Иногда для повышения механических свойств и снятия сварочных напряжений в сварных соединениях из среднелегированных сталей применяют высокий (600...650°С) или низкий (200...300°С) отпуск.

Высокий отпуск более эффективен, так как обеспечивает полное снятие сварочных напряжений и частично устраняет закалку металла шва и околошовной зоны. При этом прочность немного снижается, пластичность и ударная вязкость существенно возрастает. Однако высокий отпуск не обеспечивает перекристаллизации металла и не может полностью устранить структуру закалки. Поэтому при сварке нужно применять меры по измельчению структуры металла шва.

При сварке хромистых жаропрочных сталей, склонных к резкой закалке, возможно образование холодных трещин в шве и околошовной зоне. Поэтому при сварке сталей такой группы обязательным условием является предварительный и сопутствующий подогрев металла до температуры не менее 250...300оС с последующим отпуском после сварки.

Режим предварительного подогрева сталей перед сваркой

Таблица 1

Сталь	Температура подогрева, °С
Низкоуглеродистая	120...150 (при многослойной сварке)
Среднеуглеродистая	150...300
Высокоуглеродистая	300...450
Низколегированная	200...250
Легированная конструкция	До 400
Теплоустойчивая	250...400
Жаропрочная аустенитенитная	Без подогрева

Если сварное соединения из жаропрочной стали выполняют электрошлаковой сварки, то предварительный подогрев металла не обязателен, но необходимо незамедлительная термообработка сварного соединения.

Виды и режимы термообработки сталей после сварки

Таблица 2.

Сталь	Виды и режимы термообработки
-------	------------------------------

Углеродистая	Отпуск при температуре 650...670°C, иногда нормализация при температуре 920...940°C с последующим отпуском
Низколегированная	Отпуск при температуре 670...700°C
Легированная конструкция	Отпуск или закалка в зависимости от требований к сварной конструкции
Теплоустойчивая	Отпуск при температуре 720...740°C при толщине до 10 мм и при температуре 700...730°C при толщине свыше 10 мм
Жаропрочная мартенситного или ферритного классов	Отпуск при температуре 700...800°C

Режимы предварительного подогрева сталей перед сваркой приведены в табл. 3.1. рекомендуемые виды и режимы термообработки сварных соединений из сталей после сварки приведены в табл.3.2.

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочитайте основные сведения по теме.
2. В зависимости от химических свойств стали, толщины металла и от размеров конструкции, назначить вид термообработки и определить параметры.
3. Дать описание выбранному виду термообработки (таблица,)
4. Записать параметры режима термообработки.

Результаты работы занести в таблицу:

Марка стали, толщина	Характеристика основного металла	Температура предварительного подогрева	Вид термообработки после сварки, характеристика вида т.о	Свойства основного металла после т.о
Ст3				
Сталь 10				
15ХМ				
50Х				

Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Какие параметры выбирают при проведении термической обработки металлов?
2. Какие нагревательные устройства применяют при термической обработке металлов?
3. Какие устройства применяют для измерения температуры при термической обработке металлов?
4. С какой целью производят предварительный подогрев деталей перед сваркой?

МДК.01.04 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1

Тема 1.1. Дефекты сварных соединений

Классификация видов и типов дефектов сварки.

Цель работы: составить классификации дефектов сварных соединений по расположению, по форме, по размерам, по количеству.

Теоретические сведения

К дефектам сварных соединений относятся различные отклонения от установленных норм и технических требований, которые уменьшают прочность и

эксплуатационную надежность сварных соединений и могут привести к разрушению всей конструкции.

Наиболее часто встречающиеся дефекты можно разделить на следующие основные группы: дефекты формы и размеров сварных; швов; дефекты макро- и микроструктуры; деформации и коробление; сварных конструкций.

Дефекты сварных швов и соединений, выполненных сваркой плавлением, возникают из-за нарушения требований нормативных документов к подготовке, сборке и сварке соединяемых узлов, механической и термической обработке сварных швов и самой конструкции, к сварочным материалам.

Дефекты сварных соединений могут классифицироваться по различным признакам: форме, размеру, размещению в сварном шве, причинам образования, степени опасности и т. д. Наиболее известной является классификация дефектов, рекомендованная межгосударственным стандартом ГОСТ 30242-97 «Дефекты соединений при сварке металлов плавлением. Классификация, обозначения и определения». Согласно этому стандарту дефекты сварных соединений подразделяются на шесть групп:

- трещины;
- полости, поры, свищи, усадочные раковины, кратеры;
- твердые включения;
- несплавления и непровары;
- нарушения формы шва – подрезы, усадочные канавки, превышения выпуклости, превышения проплава, наплавы, смещения, натеки, прожоги и др.;
- прочие дефекты.

Каждому типу дефекта соответствует цифровое обозначение, а также возможно буквенное обозначение, рекомендованное международным институтом сварки (МИС).

Порядок выполнения

1. Составить классификации дефектов сварных конструкций по расположению, по форме, по размерам, по количеству. Классификации записать в виде таблицы или схемы.
2. Ответить на контрольные вопросы

Контрольные вопросы

1. Что называется, дефектом сварного соединения?
2. Какова классификация дефектов сварных соединений на группы по ГОСТ 30242-97
3. Какова классификация трещин?
4. Какие существуют дефекты формы шва?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

Тема 1.1. Дефекты сварных соединений

Причины дефектов и способы устранения.

Цель работы: изучить причины возникновения дефектов при различных способах сварки и способы их устранения.

Теоретические сведения

Все дефекты сварного шва подлежат обязательному устранению, а если это невозможно, сварное изделие бракуется. В конструкциях из стали допускается устранение дефектов плазменно-дуговой или воздушно-дуговой строжкой с последующей обработкой поверхности абразивами. Можно устранять наружные дефекты шлифовкой. Если производится заварка выборок в швах, подлежащих обязательной термической обработке (из легированных и хромистых сталей), то приступать к исправлению дефектов следует только после отпуска сварного соединения (при 450—650°С).

При удалении дефектных мест целесообразно соблюдать определенные условия. Длина удаляемого участка должна быть равна длине дефектного места плюс 10— 20 мм с каждой стороны, а ширина разделки выборки должна быть такой, чтобы ширина шва после заварки не превышала его двойной ширины до заварки. Форма и размеры подготовленных под заварку выборок должны обеспечивать возможность надежного провара в любом месте. Поверхность каждой выборки должна иметь плавные очертания без резких выступов, острых углублений и заусенцев. При заварке дефектного участка должно быть обеспечено перекрытие прилегающих участков основного металла. После заварки участок необходимо зачистить до полного удаления раковин и рыхлости в кратере, выполнить на нем плавные переходы к основному металлу.

Исправленные швы сварных соединений должны быть повторно проконтролированы в соответствии с требованиями, предъявляемыми к качеству изделия. Если при этом вновь будут обнаружены дефекты, то производят их повторное исправление с соблюдением необходимых требований. Число исправлений одного и того же дефектного участка, как правило, не превышает трех раз.

3. Порядок выполнения

1. Выбрать типичные дефекты для дуговых способов сварки (покрытым электродом, в защитном газе, под флюсом), контактной сварке, электронно-лучевой, лазерной, сваркой трением. Заполнить таблицу 1.
2. Ответить на контрольные вопросы

4. Отчет о работе

1. Отчет должен содержать: название работы, цель, таблицу 1., ответы на контрольные вопросы.

Таблица 1

п/п	Способ сварки	Типичные дефекты	Причины возникновения	Способы предотвращения и устранения
1	Ручная дуговая покрытым электродом			
2	В защитных газах			
3	Под флюсом			
4	Контактная			
5	Электронно-лучевая			
6	Лазерная			
7	Сварка трением			

5. Контрольные вопросы

1. Какова технология устранения кратеров?
2. Каким образом устраняют поверхностные и внутренние трещины?
3. Какова технология исправления подрезов?
4. Сколько раз допускается исправление одного и того же участка шва?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3

Тема 1.1. Дефекты сварных соединений

Определение наружных дефектов сварных швов.

Цель работы: определить наружные дефекты сварных соединений и возможные причины их возникновения

Теоретические сведения

К дефектам сварных соединений относятся различные отклонения от установленных норм и технических требований, которые уменьшают прочность и эксплуатационную надежность и могут привести к разрушению всей конструкции.

Дефекты разделяют на наружные и внутренние. К наружным относят: несоответствие размеров и формы шва, подрезы, прожоги, незаваренные кратеры, свищи, наплывы, поверхностные трещины и поры, непровары, и.т.д.

Основными причинами образования дефектов являются нарушения технологии сборки и сварки, применение несоответствующих сварочных материалов, неправильный выбор режима сварки, низкая квалификация сварщика.

Порядок проведения

1. Выполнить эскиз сварной детали с обозначением сварных швов.
2. Выполнить эскизы сварных соединений с указанием геометрических размеров швов.
3. Определить наружные дефекты швов, причины их появления.
4. Определить размеры дефектов с помощью комплекта ВИК.
5. Все данные занести в таблицу 1.

Таблица 1

№	Тип сварного соединения по ГОСТ	Толщина металла	Способ сварки	Дефекты сварного соединения	Размеры дефекта, мм	Основные причины появления дефекта
1						

Контрольные вопросы

1. Что называют дефектом сварного соединения?
2. Какая существует классификация дефектов сварных соединений?
3. Каковы основные причины появления дефектов в сварных швах?
4. Какие дефекты относятся к наружным?
5. Каким способом определяют наружные дефекты?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4

Тема 1.1. Дефекты сварных соединений

Произвести контроль сварочных материалов

Цель работы: произвести контроль основного металла и сварочных материалов (электродов, сварочной проволоки, флюса), дать оценку их качества на основании ГОСТ и ТУ.

Теоретические сведения

Определенная часть дефектов сварных швов появляется в результате применения недостаточно качественных исходных материалов. Предотвратить появление этих дефектов помогает предварительный контроль сварочных материалов, выполняемый внешнего осмотра и обмеров. Все поступающие в производственное подразделение заготовки и сварочные материалы должны проверяться на наличие сертификатов, заводской маркировки и соответствие их проекту.

Порядок проведения

Контроль документации

- Изучить чертежи, по которым будет изготавливаться деталь, ознакомиться с технологическими картами, в которых указаны последовательность операций, диаметр и марка электродов, требуемая разделка кромок, марка стали, вид сварки и т.д.

Контроль качества основного материала

- Изучить сертификат на основной металл. Качество металла должно соответствовать данным сертификата завода-поставщика. В сертификате указывается марка металла, химический состав, номер партии результаты испытаний, номер стандарта на материал.
- Проверить внешним осмотром данные образцы основного металла с целью обнаружения дефектов (окалины, ржавчины, трещин, расслоений и т.п.)

Контроль качества электродов

- Изучить сертификат на электроды марки, указанной в чертеже или технологическом процессе на изготовление данной сварной детали или конструкции.
- Ознакомиться с техническими требованиями к электродам по ГОСТ 9466-75.
- Проверить прочность покрытия: бросить данный электрод на бетонный пол с высоты 1 м. При этом покрытие не должно разрушаться.
- Проверить состояние внешней поверхности электродов (определить отсутствие трещин, пор, вздутий).
- Проверить влажность и влагостойкость покрытия электродов.
- Взвесить контролируемые электроды на электронных весах с погрешностью не более 0,05 г.
- Взвесить аналогичные электроды, предварительно прокаленные согласно сертификату на эту марку.
- Взвесить аналогичные электроды, предварительно погруженные в воду на 24 часа при температуре 15-20 С.
- Рассчитать влажность и водопоглощение покрытия контролируемых электродов по формулам:

$W_1 = \frac{(M_2 - M_1)}{M_1} \times 100$; где M_1 – масса прокаленных электродов;

M_2 - масса исследуемых электродов.

$W_2 = \frac{(M_3 - M_1)}{M_1} \times 100$; где M_1 – масса прокаленных электродов;

M_3 - масса электродов, выдержанных в воде 24 часа.

Контроль качества сварочной проволоки

- Проверить данную проволоку на чистоту поверхности от окислов, смазки и загрязнений. Проверить бирку завода и сертификат, в котором указывается № плавки, марка и хим.состав.
- Записать полученные результаты в таблицу 1.

№ п/п	Наименование исходных материалов	Наличие документа сертификата	Соответствие марок и размеров требованиям технологической документации	Наличие внешних дефектов	Значение влажности покрытия электродов в %, загрязнений проволоки	Вывод о качестве материалов
1	Основной металл					
2	Электроды					
3	Сварочная проволока					

7. Контрольные вопросы

1. Какова причина появления дефектов в сварочных швах?
2. Что относится к сварочным материалам?
3. Что входит в комплекс операций входного контроля?
4. Как определяют качество электродов по ГОСТ 9466-75?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5

Тема 1.1. Дефекты сварных соединений

Выявление причины возникновения внутренних напряжений и деформаций в сварных изделиях.

Цель работы: научиться определять причины появления деформаций в сварных конструкциях и правильно выбирать способы их предупреждения и устранения

Теоретические сведения

1. Деформации сварных соединений

При сварке металлической конструкции в ней возникают внутренние деформации.

Под термином «сварочные деформации» понимаются перемещения различных точек свариваемого изделия, такие как укорочение, изгиб, поворот сечений, потеря устойчивости листовых элементов и др.

В условиях эксплуатации пластические деформации металла могут способствовать хрупкому и усталостному разрушению, уменьшению коррозионной стойкости, изменению жесткости или точности сварной конструкции. Между тем, правильное построение технологического процесса сборки и сварки, а также выбор рациональных режимов сварки, как правило, позволяют уменьшить уровень остаточных напряжений и деформаций.

Различают напряжения и деформации *временные и остаточные*. *Временные* напряжения и деформации возникают в конструкциях в момент сварки при изменении температуры. *Остаточные* напряжения и деформации остаются в сварной конструкции после окончания сварки и полного её остывания. К остаточным деформациям относятся, как правило, необратимые пластические деформации, возникающие в локальных участках напряжённой конструкции, когда величина напряжений в них превышает предел текучести материала конструкции.

2. Причины возникновения деформаций при сварке

Основные причины возникновения внутренних напряжений и остаточных деформаций в сварных соединениях и конструкциях следующие:

1. Неравномерное нагревание металла. Все металлы при нагревании расширяются, а при охлаждении сжимаются. Процессы сварки плавлением характеризуются местным нагревом металла и последующим охлаждением с образованием неравномерного температурного поля в сварном соединении. Следовательно, в свариваемой детали возникают сжимающие и (или) растягивающие термические внутренние напряжения. Их величина зависит от физических свойств металла, размеров нагретой зоны и градиента температуры. При сварке конструкции возможность её свободного перемещения в процессе нагрева и охлаждения ограничена, что увеличивает уровень термических напряжений, величина которых может значительно превышать уровень напряжений, возникающих при нагревании свободно изменяющей размеры конструкции. При этом в процессе расширения нагреваемой жёстко закреплённой конструкции возникают сжимающие внутренние напряжения, при последующем охлаждении в процессе укорочения её возникают растягивающие напряжения. Если величина внутренних напряжений превысит предел текучести металла t , в конструкции произойдет изменение формы, то есть появятся остаточные деформации.

2. Литейная усадка наплавленного металла. При охлаждении и затвердевании жидкого металла сварочной ванны происходит его усадка, вследствие чего в основном металле, противодействующем этой усадке, возникают продольные и поперечные внутренние напряжения, вызывающие соответствующие деформации сварного соединения. За счет продольной усадки возникает деформация соединения в продольном направлении относительно оси шва, а поперечная, как правило, вызывает угловые деформации.

3. Способы предупреждения деформаций при сварке

1. Рациональное конструирование сварных узлов

Рабочие чертежи сварных конструкций следует разрабатывать с учетом мероприятий по уменьшению сварочных деформаций.

К таким мероприятиям относятся:

- 1) применение минимального количества швов с их минимальными размерами;
- 2) уменьшение пересекающихся швов и швов разной толщины;
- 3) избегание резких переходов сечений в сварных элементах;
- 4) минимизация объёма наплавленного металла.
- 5) необходимо избегать расположения сварных швов в наиболее напряженных зонах при эксплуатации изделия.

2. Рациональный выбор способа сборки и технологии сварки

Выбор способа сварки определяется свариваемостью материала конструкции, величиной погонной энергии сварки и режимом сварки. Режим сварки должен быть выбран таким, чтобы ширина активной зоны сварки была возможно меньше.

Для этого следует повышать скорость сварки, увеличивая тепловую мощность. Для равномерного нагрева металла по толщине целесообразно повышать плотность тока, чтобы провар металла был глубоким. Глубокий провар поясных швов тавровых и стыковых соединений ведет к выравниванию поперечной усадки по толщине шва и уменьшению угловой деформации.

Чтобы уменьшить остаточные деформации и напряжения конструкций и изделий *при сборке* следует придерживаться следующих требований:

- 1) по возможности не допускать скрепления узлов и деталей прихватками, которые создают жесткое закрепление;

2) для обеспечения подвижного состояния закрепленных деталей необходимо использовать зажимы, клиновые центровочные и другие сборочные приспособления. Причем характер их действия должен обеспечивать свободное перемещение деталей в их плоскости по направлению поперечной усадки и задерживать повороты деталей, т. е. препятствовать угловой деформации;

3) для уменьшения деформаций в стыковых швах можно заготовки перед сваркой располагать так, чтобы при сварке и последующем охлаждении создать деформацию, обратную по знаку по отношению к той, которая может возникнуть при сварке (рис. 4, а).

4) Для уменьшения перегрева металла и величины термических напряжений применять предварительный подогрев всего свариваемого изделия.

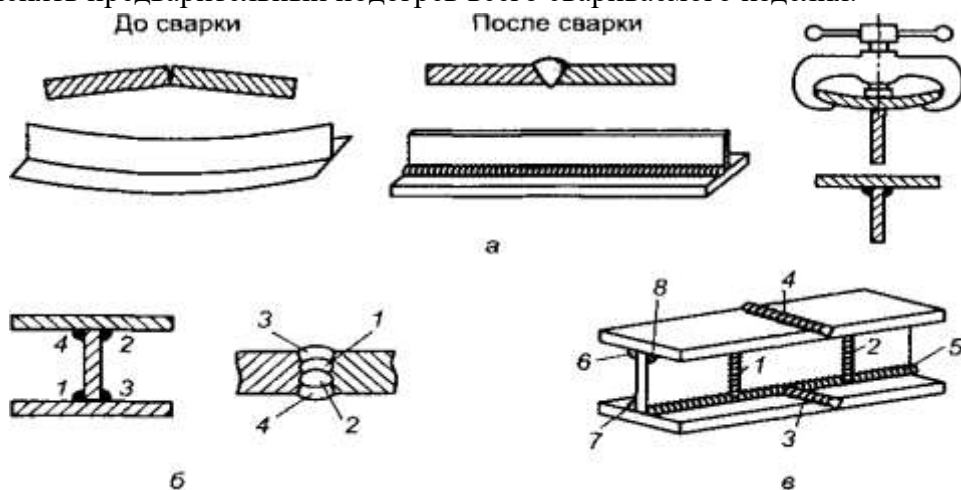


Рис. 4. Методы уменьшения сварочных напряжений и деформаций: а – сборка деталей с учетом возможных деформаций; б и в – рациональная последовательность наложения швов

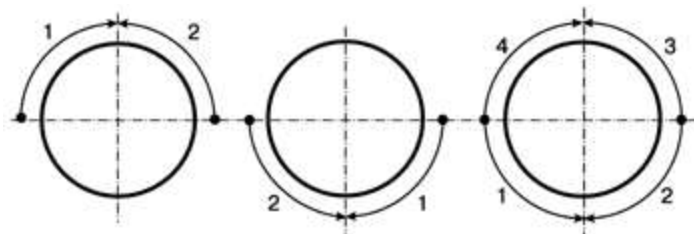


Рис. 5. Сварка в поворотном стыке труб корневого шва в два поворота двумя сварщиками:
1–4 – последовательность выполнения шва после поворота

Для уменьшения остаточных деформаций и напряжений в сварных конструкциях необходимо использовать следующие приёмы:

1) устанавливать такую последовательность наложения швов, при которой происходит уравнивание напряжений и деформаций (рис. 4 и 5);

2) применять такие способы и последовательность наложения сварных швов, которые не приводили бы к значительному перегреву и усадке металла и уравнивали внутренние напряжения относительно центра тяжести свариваемой конструкции

3) укладывать швы так, чтобы обеспечивалась возможно большая свобода перемещения свариваемых элементов в процессе сварки. Например, при сварке двутавровых балок вначале выполняют сварку стенок и полок, а затем сварку поясов угловыми швами (рис. 4, в);

4) для уменьшения деформации возможно применение проковки в процессе сварки. Проковка деформирует шов путем расплющивания остывающего слоя наплавки и в результате

уменьшает действие усадки шва. Последний облицовочный слой шва проковывать не рекомендуется, чтобы не вызвать появления трещин на поверхности шва.

Задания

1. На образце сварного соединения определить сварочные деформации и причины их появления. Перечислить их в отчёте

2. Зарисовать схематично образец и показать на схеме предполагаемые порядок и направление наложения сварных швов, которые привели к деформациям образца.

3. Зарисовать схематично образец и показать на схеме порядок и направление наложения сварных швов, места воздействия для устранения деформаций.

Отчёт по практической работе должен содержать: цель работы, краткое изложение теоретического материала, ответы на задания к практической части работы и выводы.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6

Тема 1.2. Контроль качества сварных соединений

Визуально-измерительный контроль сварных соединений и швов

Цель работы: изучить методику визуально-измерительного контроля согласно РД 03-606-03; ознакомиться с инструментами и принадлежностями для контроля.

Теоретические сведения

РД 03-606-03 устанавливает порядок проведения визуального и измерительного контроля (ВИК) сварных соединений, наплавки и основного материала объектов, подконтрольных Ростехнадзору.

РД 03-606-03 обязателен для организаций, которые осуществляют деятельность по визуальному и измерительному контролю (ВИК) при строительстве, изготовлении, эксплуатации, монтаже, реконструкции, техническом диагностировании, ремонте, экспертизе промышленной безопасности технических устройств, зданий и сооружений на опасных производственных объектах.

В РД 03-606-03 приведены определения различных дефектов и их иллюстрации, методики использования средств неразрушающего контроля для измерения конкретных дефектов.

РД 03-606-03 устанавливает требования:

- к контролю на конкретных стадиях (входной контроль, изготовление, подготовка к сборке и т.д.);
- к квалификации персонала, проводящего ВИК;
- к средствам НК (неразрушающего контроля);
- непосредственно к выполнению ВИК (подготовке мест контроля, подготовке к контролю, порядку ВИК на разных стадиях контроля и т.д.);
- к методам и средствам контроля для измерения конкретных параметров;
- к оценке результатов контроля;
- к процедурам продления, расширения и прекращения действия аттестации;
- к регистрации результатов контроля;
- к требованиям безопасности.

Порядок выполнения

1. Изучить комплектацию набора для визуально-измерительного контроля.
2. Определить назначение измерительных инструментов для контроля качества сварных соединений и металла (штангенциркуля, универсального шаблона сварщика УШС-3, набора щупов, набора радиусов, угольников и др. инструментов).
3. Изучить возможности УШС-3 по паспорту завода-изготовителя, произвести несколько измерений для тренировки
2. Изучить содержание инструкции по визуальному и измерительному контролю. Ответить на вопросы по методике ВИК. Подготовиться к беседе по методике ВИК
3. Изучить содержание технологической карты по ВИК

Контрольные вопросы

1. Каковы требования устанавливает РД 03-606-03 на стадии входного контроля?
2. Каковы требования устанавливает РД 03-606-03 при подготовке к контролю?
3. На каких стадиях производства сварных конструкций применяется ВИК?
4. Какие требования к персоналу, производящему ВИК?
5. Какой порядок выполнения ВИК готовых сварных изделий?
6. Какие инструменты применяются для измерительного контроля?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7

Тема 1.2. Контроль качества сварных соединений

Ультразвуковой метод контроля

Цель работы: познакомиться с устройством, техническими характеристиками и работой ультразвукового дефектоскопа УД2-140

Теоретические сведения

УД2-140 является дефектоскопом общего назначения и предназначен для:

- Обнаружения дефектов;
- Измерения координат дефектов;
- Измерения амплитуд сигналов от дефектов;
- Измерения скорости распространения продольных и поперечных УЗК

в различных материалах;

- Накопления и сохранения результатов контроля с целью последующей их перезаписи в компьютер.

Диапазон толщин контролируемого материала (по стали) от 1 до 3000 мм.

Дефектоскоп реализует эхо-метод, теневой и зеркально-теневой методы контроля.

Методы УЗК.

Методы отражения: Эхо-импульсный. Основан на регистрации эхо-сигнала, отраженного от дефекта, имеет наибольшую чувствительность к выявлению внутренних дефектов, высокую точность к выявлению координат дефектов. К недостаткам метода следует отнести низкую помехоустойчивость к наружным отражателям, резкую зависимость амплитуды сигнала от ориентации дефекта. Этим методом контролируют более 95% всех сварных соединений толщиной 4 мм и более. **Эхо-зеркальный.** Наиболее достоверен при обнаружении плоскостных вертикально ориентированных дефектов. Одно из преимуществ метода- возможность оценки формы дефектов размером 3 мм и более. Метод нашел широкое применение при контроле толстостенных изделий.

Методы прохождения: Теневой. Можно применять только при двустороннем доступе к изделию, контролировать сварные швы ограниченного сечения небольшой толщины. Этим методом уверенно обнаруживаются наклонные дефекты. Не дающие прямого отражения при эхо-методе. **Зеркально-теневой.** Признаком обнаружения дефекта служит ослабление амплитуды сигнала. Отраженного от противоположной поверхности изделия. Преимущество метода-более уверенное обнаружение дефектов, расположенных в корне шва.

Оценка результатов контроля. Основные измеряемые характеристики выявленного дефекта:

- координаты дефекта;
- условные размеры дефекта;
- условное расстояние между дефектами;
- количество дефектов на определенной длине;
- эквивалентная площадь дефекта $S_{\text{э}}$ или амплитуда $U_{\text{д}}$ эхо-сигнала от дефекта с учетом измеренного расстояния до него.

Порядок выполнения

1. Изучить методические рекомендации к выполнению данной практической работе.

2. Просмотреть учебный фильм о правилах работы и эксплуатации дефектоскопа УД2-140:

- ознакомиться с назначением кнопок управления прибора;
- осуществить пробное включение прибора.

Контрольные вопросы

1. Перечислите особенности распространения ультразвуковых волн в твердых телах.
2. Назовите основные элементы конструкции ультразвукового дефектоскопа.
3. Как производится оценка дефекта по измеряемым характеристикам?
4. Чем отличаются методы УЗД (эхо-импульсный, теневой, зеркально-теневой)?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8

Тема 1.2. Контроль качества сварных соединений

Магнитный метод контроля керосиновой пробой

Цель работы: изучить схемы различных способов намагничивания для магнитопорошкового метода контроля ферромагнитных материалов

Теоретические сведения

Чувствительность магнитопорошкового метода определяется магнитными характеристиками материала объекта контроля, его формой, размерами и шероховатостью поверхности, напряженностью намагничивающего поля, местоположением и ориентацией дефектов, взаимным направлением намагничивающего поля и дефекта, свойствами дефектоскопического материала, способом его нанесения на объект контроля, а также способом и условиями регистрации индикаторного рисунка выявляемых дефектов.

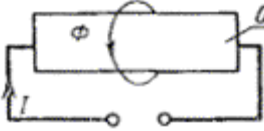
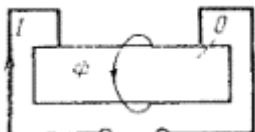
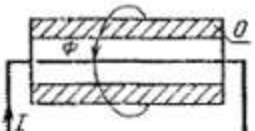
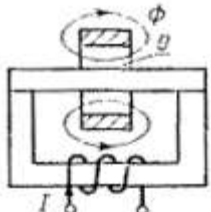
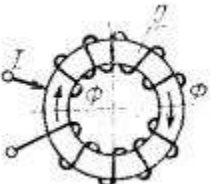
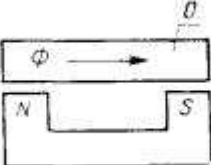
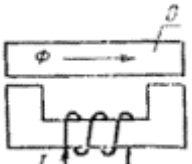
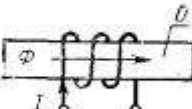
При магнитопорошковом контроле применяют намагничивание: циркулярное; продольное (полюсное); комбинированное; во вращающемся магнитном поле. Виды, способы и схемы намагничивания приведены в табл. 1.

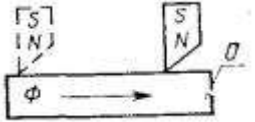
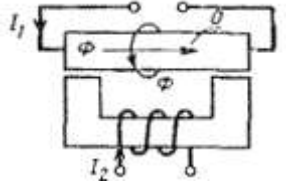
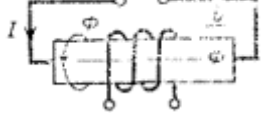
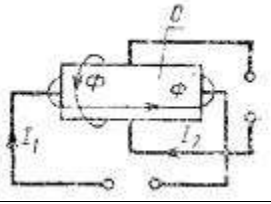
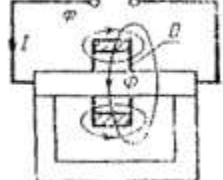
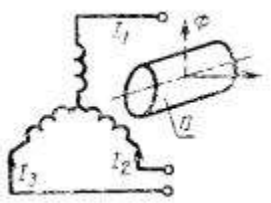
Вид и способ намагничивания выбирают в зависимости от размеров и формы объекта, материала и толщины покрытия, а также от характера и ориентации дефектов, подлежащих выявлению. При этом наилучшее условие выявления дефектов -

перпендикулярное направление намагничивающего поля по отношению к направлению ожидаемых дефектов.

При необходимости выявления дефектов различной ориентации применяют намагничивание в двух или трех взаимно перпендикулярных направлениях, комбинированное намагничивание, а также намагничивание во вращающемся магнитном поле.

Таблица 1

Вид намагничивания	Способ намагничивания	Схема намагничивания
Циркулярное	Пропусканием тока по всему объекту	
	Пропусканием тока по части объекта	
	Пропусканием тока по проводнику, помещенному в сквозное отверстие в объекте	
	Путем индуцирования тока в объекте	
	Пропусканием тока по тороидальной обмотке	
Продольное (полюсное)	При помощи постоянного магнита	
	При помощи электромагнита	
	При помощи соленоида	

Вид намагничивания	Способ намагничивания	Схема намагничивания
	Перемещением постоянного магнита по объекту	
Комбинированное	Пропусканием тока по объекту и при помощи электромагнита	
	Пропусканием тока по объекту и при помощи соленоида	
	Пропусканием по объекту двух токов во взаимно перпендикулярных направлениях	
	Индукцированием тока в объекте и пропусканием тока по проводнику, помещенному в сквозное отверстие в объекте	
Во вращающемся магнитом поле	При помощи соленоида вращающегося магнитного поля	

Примечание. Обозначения: *O* - объект контроля; Φ - магнитный поток; *I* - электрический ток.

Порядок выполнения

1. Изучить методические рекомендации к выполнению данной практической работы.
2. Зарисовать схемы намагничивания.
3. Выбрать схемы намагничивания для заданных деталей.

Контрольные вопросы

1. От чего зависит чувствительность магнитопорошкового контроля?
2. Какие схемы намагничивания применяют для выявления дефектов в разных направлениях?
3. Какие существуют разновидности магнитопорошкового контроля?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №9

Тема 1.2. Контроль качества сварных соединений

Капиллярная дефектоскопия (контроль жидкими пенетрантами)

Цель работы — приобретение навыков в выявлении дефектов сварных соединений цветным капиллярным методом и определение его чувствительности.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

Капиллярные методы контроля предназначены для обнаружения нарушений сплошности в поверхностных слоях сварных соединений.

В большинстве случаев согласно техническим требованиям необходимо выявлять настолько малые дефекты, что заметить их при визуальном осмотре почти невозможно. Применение же оптических приборов, например, лупы или микроскопа, не позволяет обнаружить поверхностные дефекты из-за недостаточной контрастности их изображений на фоне металла и малого поля зрения при большом увеличении.

Методы капиллярной дефектоскопии обеспечивают выявление разного рода трещин, свищей, микропор и других дефектов, выходящих на поверхность, за счет повышения контрастности индикаторного рисунка, образующегося на дефектах, на фоне поля.

Контроль, осуществляемый методами капиллярной дефектоскопии, заключается в следующем. Поверхность контролируемых деталей очищают от пыли, лакокрасочных покрытий, органических и других загрязнений, обезжиривают и сушат. На подготовленную поверхность наносят слой пенетранта и выдерживают некоторое время, чтобы жидкость проникла в открытую полость дефекта (рис. 1, а). Затем жидкость удаляют с поверхности (рис. 1, б), но часть ее остается в полости дефекта.

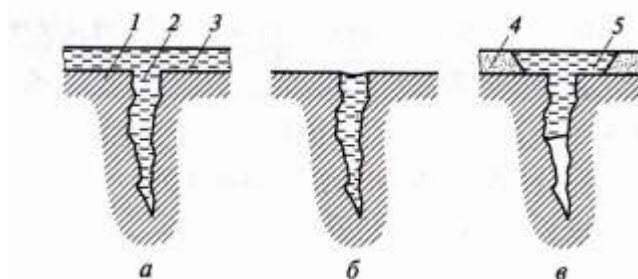


Рис. 1. Схема контроля поверхности детали капиллярным методом с применением проявителя:

а – полость трещины заполнена проникающей жидкостью; б – жидкость удалена с поверхности детали; в – нанесен проявитель, трещина выявлена; 1 – деталь; 2 – полость трещины; 3 – проникающая жидкость; 4 – проявитель; 5 – индикаторный след трещины.

Чтобы повысить выявляемость дефектов, далее на поверхность детали наносят специальный проявитель (рис. 1, в) в виде быстросохнущей суспензии (например, из каолина или коллодия) либо лаковое покрытие. Проявляющий материал (обычно белого цвета) вытягивает пенетрант из полости дефекта, что приводит к образованию на проявителе индикаторного следа, который полностью повторяет конфигурацию дефекта в плане, но больше его по размерам. Такие следы легко различимы даже без использования оптических средств. Степень увеличения размеров индикаторного следа тем больше, чем глубже расположен дефект, т. е. значительнее объем заполнившего его пенетранта, и больше времени прошло с момента нанесения проявляющегося слоя.

Физической основой методов капиллярной дефектоскопии служит явление капиллярной активности, т.е. способность жидкости втягиваться в мельчайшие сквозные отверстия и открытые с одной стороны каналы.

При попадании жидкости в капиллярный канал ее поверхность искривляется, образуя так называемый мениск. Силы поверхностного натяжения стремятся уменьшить свободную границу мениска, и в капилляре начинает действовать дополнительная сила, приводящая к всасыванию смачивающей жидкости. Глубина, на которую жидкость проникает в капилляр, прямо пропорциональна коэффициенту ее поверхностного натяжения и обратно пропорциональна радиусу капилляра. Иными словами, чем меньше радиус капилляра (дефекта) и лучше смачиваемость материала, тем быстрее и на большую глубину жидкость проникает в капилляр.

Процесс контроля капиллярными методами складывается из следующих технологических операций: подготовка объекта к контролю, обработка его дефектоскопическими материалами, выявление дефектов и заключительная очистка объекта по окончании процесса.

Подготовка объекта к контролю заключается в удалении всевозможных загрязнений и лакокрасочных покрытий, обезжиривании и сушке контролируемой поверхности.

Для очистки поверхности применяют комбинацию способов механической обработки (шлифование, полирование, шабрение и др.) с последующей промывкой и протиркой легколетучими жидкими растворителями (скипидар, ацетон, бензин, спирт и др.). Способ очистки выбирают исходя из того, что он должен обеспечить удаление загрязнений из полости дефекта, не внося в нее новые.

Сварные швы и околошовные зоны обрабатывают абразивным кругом, а затем наждачной шкуркой разной зернистости. Такая механическая обработка позволяет удалить все неровности и сгладить выпуклость шва.

Однако в процессе очистки абразивная и металлическая пыль заполняет полости дефектов, а тонкий слой пластически деформированного металла закрывает их. Поэтому после механической обработки поверхность должна быть протравлена, чтобы вскрылись полости дефектов.

Обработка контролируемого объекта дефектоскопическими материалами заключается в заполнении полостей дефектов индикаторной жидкостью, удалении ее избытка и последующем нанесении проявителя.

В состав пенетрантов на водной основе входят люминофоры или красители, а также ингибиторы — вещества, замедляющие окислительные процессы. Такие пенетранты наиболее технологичны, безопасны для здоровья операторов, не воспламеняются и легко удаляются с поверхности простым смывом. Однако с последним свойством пенетрантов связан их основной недостаток: при смыве удаляется часть жидкости и из полостей дефектов, что снижает чувствительность контроля. Поэтому пенетранты на водной основе применяют ограниченно.

Наиболее широко распространены пенетранты на основе различных органических жидкостей (керосин, скипидар, бензол, уайт-спирит и др.). Они требуют осторожности в обращении, но обеспечивают высокую чувствительность выявления дефектов.

Пенетрант целесообразно наносить с помощью пульверизатора или мягкой кистью. При этом продолжительность выдержки независимо от размеров выявляемых дефектов не должна превышать 5 мин.

В методах капиллярной дефектоскопии различают несколько способов выявления дефектов. При осуществлении порошкового («сухого») способа используют проявители в виде сухого белого сорбента (каолин, мел и др.), поглощающие индикаторный пенетрант. «Мокрый» способ основан на применении проявителя в виде концентрированной суспензии, приготовленной из белого порошка, размешанного в летучем растворителе (керосин, бензол и др.), воде или их смесях.

При выявлении дефектов с помощью слоя краски или лака используют проявитель, представляющий собой пигментированный или бесцветный быстросохнущий раствор (например, коллодия), поглощающий индикаторный пенетрант.

Пленочный проявитель в виде бесцветной или белой индикаторной ленты с проявляющим слоем, который поглощает индикаторный пенетрант и легко отделяется вместе с индикаторным слоем дефекта от контролируемой поверхности, технологичен и позволяет получать дефектограмму, анализировать ее отдельно от сварного соединения и сохранять как объективный документ контроля.

Самопроявляющий способ включает в себя два варианта. Беспорошковый вариант связан с погружением сварного соединения в раствор органических кристаллов люминофора в летучем компоненте.

После извлечения соединения из индикаторной жидкости растворитель быстро испаряется, а кристаллы люминофора оседают на кромки дефекта. Эти кристаллы люминесцируют под действием ультрафиолетового излучения. Чтобы устранить фоновое свечение всего соединения, его обрабатывают в специальном растворе ингибитора, который гасит люминесценцию на поверхности, но почти не влияет на люминофор, проникший в капиллярные полости дефектов.

При осуществлении люминесцентной дефектоскопии используют все указанные способы выявления дефектов. Проявление порошком или суспензией наиболее широко распространено в силу простоты процесса и доступности материалов, но наименее эффективно. Поэтому в люминесцентной дефектоскопии чаще всего применяют пленочный и самопроявляющий способы выявления дефектов.

Для оценки условного уровня чувствительности используют тест-образцы с естественными или искусственными дефектами. Обычно тест-образцы содержат трещины, образовавшиеся при неправильном выборе режима шлифования.

Контролируемую поверхность со слоем проявителя сушат в потоке теплого воздуха, а затем дважды (через 5 и 20 мин после нанесения проявителя) производят ее осмотр, причем в случае осуществления люминесцентной дефектоскопии — при освещении объекта ультрафиолетовым излучением, а в случае выполнения цветной дефектоскопии — при электрическом освещении или дневном свете. Освещенность на рабочем участке должна составлять не менее 500 лк.

Осмотр производят невооруженным глазом, а при необходимости — с применением луп, обеспечивающих малое увеличение (1,5х—2х) и большое поле зрения. Обнаруженный индикаторный след изучают с помощью оптических приборов.

Рисунок индикаторных следов и топография их расположения позволяют довольно уверенно судить о типе дефектов. Трещины любого происхождения, волосовины, заковы, неслитины, непровары, неспай и оксидные пленки выглядят как четкие, иногда прерывистые, окрашенные или люминесцирующие линии разной конфигурации.

Растрескивание металла и межкристаллитная коррозия на участках поверхности крупнозернистых сплавов выявляются в виде группы отдельных коротких линий или их сетки.

О наличии межкристаллитной коррозии на участках поверхности мелкозернистых сплавов свидетельствуют пятна или размытые полосы.

Поры, язвенная коррозия, отдельные очаги межкристаллитной коррозии и эрозийные повреждения поверхности выявляются как отдельные точки или звездочки.

Индикаторный рисунок на поверхности сварного соединения может быть образован также различными допустимыми повреждениями или загрязнениями. В процессе контроля по дополнительным признакам необходимо отличить лжедефекты от истинных дефектов. Отбраковку сварных соединений осуществляют в тех случаях, когда число и размеры выявленных штрихов, линий и точек больше допустимых значений, установленных техническими условиями.

По завершении контроля производят *заключительную очистку* сварного соединения от проявителя протиркой его поверхности растворителями, промывкой и другими способами.

Аппаратура для выявления дефектов капиллярными методами представлена выпускаемыми промышленностью переносными и стационарными дефектоскопами различных типов. Наиболее перспективным является переносной аэрозольный комплект КД-40ЛЦ, предназначенный для контроля сварных соединений в полевых, цеховых и лабораторных условиях цветным, люминесцентным и люминесцентно-цветным методами. Комплект включает в себя ультрафиолетовый облучатель КД-33Л и разборные аэрозольные баллоны, которые можно многократно заряжать дефектоскопическими материалами на зарядном стенде, также входящем в комплект. Баллоны объединены в три набора. В одном из них содержатся баллоны, подогреваемые электрическим током, что позволяет производить контроль при температурах окружающей среды до $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Для цветной дефектоскопии при небольшом объеме работ используют переносные дефектоскопы ДМК-4 и ДАК-2Ц. Первый из них выполнен в виде чемодана с гнездами и секциями, в которых размещены принадлежности для контроля: емкости с расходными растворителями, краской и жидкостью, пеналы с кистями и лупы.

При контроле сварных соединений или узлов на стендах в цехах и лабораториях широко применяют стационарные дефектоскопы, позволяющие механизировать и автоматизировать ряд операций. Эти дефектоскопы снабжены рольгангами и транспортерами для подачи контролируемых объектов, распылительными камерами, мощными осветителями и другими устройствами.

Таблица 1. Наборы дефектоскопических материалов, применяемых для капиллярного контроля сварных соединений.

Шифр набора	Условный уровень чувствительности	Рецептура					
		пенетранта		проявителя		очистителя	
		компонент	содержание	компонент	содержание	компонент	содержание
ЛЮМ-А	I	Люмоген № 2	20 г	Нитроэмаль белая	30 мас. %	Спирт	80 мас. %
		Дитолилметан	500 мл	Коллодий медицинский	30 мас. %	Эмульгатор ОП-7	20 мас. %
		Спирт	400 мл	Ацетон	40 мас. %	—	—
		Эмульгатор ОП-7	100 мл	—	—	—	—
ЛЮМ-Б	II	Нориол А	15 мас. %	Бентонит	0,72...2,21 мас. %	Спирт	80 мас. %
		Керосин топливный	85 мас. %	Каолин	6,67... 10 мас. %	Эмульгатор ОП-7	20 мас. %
		—	—	Вода	87...92 мас. %	—	—
ДК-1	I	Керосин	800 мл	Спирт	500 мл	Вода	99 мас. %
		Нориол А	200 мл	Вода	500 мл	Эмульгатор ОП-7	1 мас. %
		Судан красный 5С	10г/л	Каолин	400 г/л	—	—
ДК-2	I	Родаман С	3 мас. %	»	23 ...26 мас. %	Спирт	80 мл
		Эмульгатор ОП-7	10 мл	Смачиватель СВ-102/50	4,2...4,5 мл	Эмульгатор ОП-7	100 мл
		Спирт	100 мл	Этиленгликоль	3,5...4,0 мл	—	—
		—	—	Вода	100 мл —	—	—

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Подготовьте поверхности сварных образцов к капиллярному контролю.
2. Нанесите на контролируемые поверхности образцов индикаторную жидкость и удалите ее избыток.
3. Нанесите проявитель.
4. Установите наличие индикаторного следа на контролируемой поверхности сварного образца и определите его размеры с помощью лупы.
5. С применением тест-образцов с искусственными дефектами оцените условный уровень чувствительности метода, пользуясь табл. 2.

Таблица 2. Условные уровни чувствительности

Условный уровень чувствительности	Размеры дефекта, мкм		
	ширина	высота	длина
I	Менее 1	Менее 10	Менее 0,1
II	1...10	10...100	0,1...1
III	10...100	100...1000	1...10
IV	Более 100	Более 1000	Более 10

Контрольные вопросы

1. На каком физическом явлении основаны методы капиллярной дефектоскопии?
2. Назовите известные вам составы дефектоскопических материалов и их назначение.
3. Перечислите основные технологические операции капиллярного контроля.
4. Какое оборудование необходимо для осуществления капиллярной дефектоскопии?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №10

Тема 1.2. Контроль качества сварных соединений

Контроль качества сварных соединений керосином

Цель работы: Ознакомить обучающихся с основными методами контроля изделий с помощью проникающих веществ.

Теоретические сведения

В настоящее время в различных областях техники широко применяют контроль изделий с помощью проникающих веществ. Методы испытаний различаются по виду проникающих веществ (жидкости или газы), назначению, областям применения, используемой технологической оснастке и др. Жидкие или газообразные пробные вещества проникают через несплошности конструкции вследствие наличия перепада давлений на ее стенке или за счет капиллярных сил. Для конструкций, работающих под избыточным относительно атмосферного давлением, перепад давлений считают положительным, для вакуумных – отрицательным, а для конструкций с разомкнутым объемом – равным нулю.

Методы испытаний, при которых индикаторное вещество проникает через несплошности при положительном перепаде давлений, называют *компрессионными*, а при отрицательном – *вакуумными*.

В зависимости от способа индикации первичной информации различают:

- гидравлические,
- капиллярные,
- пузырьковые (пневматический, пневмогидравлический, вакуумный),
- манометрические (падение и нарастание давления,

- микроанометрический),
- химический,
- акустический,
- радиоактивный,
- Галогенный.

Контроль швов на непроницаемость с помощью керосина

Несмотря на свою простоту, контроль качества сварных соединений с помощью керосина достаточно эффективен и к тому же не требует сколько-нибудь значительных материальных затрат. Недаром им продолжают широко пользоваться и в наше время, богатое на различные высокофункциональные устройства и приборы. Керосин способен проникать сквозь мельчайшие трещины в сварных швах, благодаря чему позволяет обнаруживать мельчайшие дефекты. По своей эффективности способ контроля керосином эквивалентен гидравлическому испытанию с давлением 3-4 кгс/мм². Он основан на том же явлении капиллярности, что и контроль пенетрантами. К слову сказать, в некоторые пенетранты фирменного изготовления керосин входит в качестве составляющего компонента.

Проверка керосином сводится к ряду последовательных операций:

- Очистка шва с двух сторон от шлака, грязи и ржавчины.
- Покрытие одной из сторон (той, за которой удобнее наблюдать) водной суспензией каолина или мела (350-450 г на 1 л воды). После нанесения суспензии необходимо подождать, пока она высохнет. Для ускорения процесса покрытие можно просушить горячим воздухом.
- Обильное смачивание обратной стороны керосином - 2-3 раза в течение 15-30 минут, в зависимости от толщины металла. Это можно делать струей из краскопульта или паяльной лампы, а также с помощью кисти или кусочка ветоши.
- Наблюдение за стороной, на которую нанесена меловая или каолиновая суспензия, и маркирование проявляющихся дефектов.

Негерметичность швов обнаруживает себя появлением темных полос или точек на меловом или каолиновом покрытии, которые с течением времени расплываются в более обширные пятна. Именно поэтому наблюдать за обратной стороной нужно сразу после нанесения керосина - чтобы зафиксировать первые проявления керосина, точно указывающие на место и форму дефекта. Проявляющиеся точки свидетельствуют о порах и свищах, полосы - о сквозных трещинах. Этот метод, при котором в качестве проникающего вещества используют керосин (*керосиновая проба*), получил широкое распространение благодаря своей простоте и сравнительно высокой чувствительности. С помощью керосина контролируют открытые изделия – емкости, элементы гидравлических и газовых систем. В ряде случаев этот метод используют и при испытаниях закрытых систем – топливных отсеков, баков, а также сварных соединений различных изделий. Высокая проникающая способность керосина обусловлена тем, что он не является полярно-активной жидкостью, имеет сравнительно низкую вязкость, хорошо растворяет пленки жира и устраняет пробки в неплотностях. В качестве индикатора течи используют меловую обмазку того же состава, что и при гидравлических испытаниях.

Различают четыре способа испытаний:

- керосиновый;
- керосинопневматический;
- керосиновакуумный;
- керосиновибрационный.

Контроль *керосиновым способом* выполняют следующим образом.

1. На места контроля, предназначенного для осмотра, наносят меловую обмазку.
2. Противоположную сторону изделия несколько раз смачивают керосином либо укладывают на нее ленту или кусок ткани, смоченные керосином.
3. После выдержки, определяемой ТУ на изделие, его осматривают, выявляя места течей по пятнам керосина цвета ржавчины на меловой обмазке.

Чувствительность и порядок осмотра изделий при испытаниях керосиновым способом:

Давление керосина, Па	Чувствительность, мм ³ · МПа/с	Порядок осмотра при толщине материала изделия, мм	
		до 6	свыше 6 до 25
-	$6,6 \cdot 10^{-2}$	1. Сразу после подачи керосина 2. Через 15...30 мин после подачи керосина	1. Через 3...5 мин после подачи керосина 2. Через 30...50 мин после подачи керосина
$2,9 \cdot 10^5$	$6,6 \cdot 10^{-3}$	1. Через 1...2 мин после подачи давления 2. Через 15...30 мин после подачи давления	1. Через 1...2 мин после подачи давления 2. Через 30...40 мин после подачи давления

Иногда для повышения чувствительности контроля керосин окрашивают, растворяя в нем краски ярких цветов. Керосиновым способом могут быть выявлены течи диаметром до 0,1 мм в изделиях толщиной до 25 мм.

При *керосинопневматическом способе* контроля изделие после смачивания керосином обдувают струей сжатого воздуха под давлением 0,3...0,4 МПа, что повышает чувствительность контроля и ускоряет выявление дефектов.

Керосиновакуумный способ основан на применении переносных вакуумных камер, устанавливаемых на контролируемое изделие со стороны меловой обмазки. При этом так же, как и при керосинопневматическом способе, повышаются чувствительность и производительность контроля.

При *керосиновибрационном способе* на изделие, смоченное керосином, воздействуют ультразвуковыми колебаниями, что существенно ускоряет процесс проникновения керосина в неплотности и также повышает чувствительность и производительность контроля.

Чувствительность способов испытаний керосином существенно зависит от чистоты последнего. Примеси, растворимые керосином, повышают его вязкость, что приводит к уменьшению потока через течь, которая при малых размерах может закупориться. Особое влияние на чувствительность испытаний оказывают компоненты смазок, применяемых при сборке гидро- и газовых систем и вымываемых керосином из объектов в процессе контроля. Использование загрязненной проникающей жидкости может привести к невыявлению скрытых дефектов, которые в дальнейшем, при эксплуатации изделия, могут проявиться в виде значительных течей.



Рис.1. Цистерна, подготовленная для проверки на герметичность с использованием керосина

Порядок выполнения:

1. Внимательно прочитайте основные сведения по теме.
2. Составьте конспект вопроса Способы контроля сварных швов керосином.
3. **Технологическая задача:** Укажите способы контроля качества сварных швов емкости для хранения нефтепродуктов. Выберите наиболее эффективный. Обоснуйте ответ.



ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №11

Тема 1.2. Контроль качества сварных соединений

Испытание сварных соединений на статическое растяжение и изгиб

Цель работы: познакомиться с методами разрушающих видов испытаний сварных швов.

Теоретические сведения

1. Сварное соединение - это неразъёмное соединение, выполненное сваркой.

Сварное соединение включает три характерные зоны, образующиеся во время сварки: зону сварного шва, зону сплавления и зону термического влияния, а также часть металла, прилегающую к зоне термического влияния.



Зоны сварного соединения: самая светлая — зона основного металла, темнее — зона термического влияния, самая тёмная область в центре — зона сварного шва. Между зоной термического влияния и зоной сварного шва находится зона расплавления.

Сварной шов - участок сварного соединения, образовавшийся в результате кристаллизации расплавленного металла или в результате пластической деформации при сварке давлением или сочетания кристаллизации и деформации.

Металл шва — сплав, образованный расплавленным основным и наплавленным металлами или только переплавленным основным металлом.

Основной металл — металл подвергающихся сварке соединяемых частей.

Зона сплавления — зона частично сплавившихся зёрен на границе основного металла и металла шва.

Зона термического влияния — участок основного металла, не подвергшийся расплавлению, структура и свойства которого изменились в результате нагрева при сварке или наплавке.

2. **Испытание сварных швов на растяжение** относится к разрушающему контролю.

Разрушающий контроль характеризуется тем, что по его завершении нарушается пригодность объекта контроля к использованию по назначению. При таком контроле испытывают отобранные образцы (пробы) и измеряют возникающие в них напряжения, нагрузки или деформации. Преимущество разрушающего контроля - возможность определения по его результатам разрушающих нагрузок или других характеристик, определяющих эксплуатационную надежность объекта. Принципиальный недостаток его - выборочность, так как разрушаются одни изделия, а эксплуатируются другие. Достоверность разрушающих методов контроля зависит от однородности свойств в образцах, взятых для испытаний, и в реальных объектах, а также от сходства условий испытаний и эксплуатации.

К способам контроля сварных соединений с их разрушением относятся: – механические испытания; металлографические исследования; – специальные испытания с целью получения характеристик сварных соединений.

Эти испытания проводят на сварных образцах, вырезаемых из самого изделия или из специально сваренных контрольных соединений, выполненных в соответствии с требованиями и технологией на сварку изделия в условиях, соответствующих сварке. Целью этих испытаний являются:

оценка прочности и надежности сварных соединений и конструкций;

оценка качества основного и сварочного материалов; оценка правильности выбранной технологии; оценка квалификации сварщиков.

Свойства сварного соединения сопоставляют со свойствами основного металла. Результаты считаются неудовлетворительными, если они не соответствуют заданному регламентированному уровню.

Основными испытаниями являются механические испытания по ГОСТ 6996—66, который предусматривает следующие виды испытаний сварных соединений и металла шва:

испытание сварного соединения в целом и металла различных участков сварного соединения (наплавленного металла, зоны термического влияния, основного металла) на статическое (кратковременное) растяжение, статический изгиб, ударный изгиб (на надрезанных образцах), на стойкость против механического старения;

измерение твердости металла различных участков сварного соединения и наплавленного металла.

Контрольные образцы для механических испытаний выполняют определенных размеров (рис. 1).

Испытаниями на статическое растяжение определяют прочность сварных соединений. Испытаниями на статический изгиб определяют пластичность соединения по величине угла изгиба до образования первой трещины в растянутой зоне. Испытания на статический изгиб проводят на образцах с продольными и поперечными швами со снятым усилением шва заподлицо с основным металлом. Испытаниями на ударный изгиб, а также ударный разрыв, определяют ударную вязкость сварного соединения.

В зависимости от характера действия внешних нагрузок, напряжённого состояния, конструктивных особенностей и температуры одна и та же деталь из определенного материала может разрушаться вязко или хрупко. Известно множество случаев хрупкого разрушения под действием ударной нагрузки металлов, обладающих высокими пластическими свойствами.

Для проверки способности материала сопротивляться ударным нагрузкам и выявления склонности к хрупкому разрушению проводят испытания на удар.

Ударные испытания различают:

а) по виду деформации – на изгиб, растяжение, сжатие, кручение, срез;

б) по скорости нагружения – обычные (4-7 м/с), скоростные (100 – 300 м/с) и сверхскоростные (свыше 300 м/с);

в) по числу ударов – одним ударом или повторными ударами;

г) по температуре испытания.

Наиболее широкое применение получил способ однократного испытания при ударном изгибе образцов прямоугольного сечения с надрезом посередине или без него (ГОСТ 9454-78). Наличие надреза способствует более хрупкому разрушению материала, что вызывает излом образца даже при пластичном материале. Кроме того, разрушению надрезанного образца способствует концентрация напряжений. Используют надрезы двух видов – V-образный и U-образный. Кроме этого может быть предварительно создана трещина.

Скорость движения маятника в момент удара должна составлять $5 \pm 0,5$ м/с для копра с потенциальной энергией 300 Дж (30 кгс·м).

Основной стандартный образец типа Менаже, согласно ГОСТ 9454-78, должен иметь размеры, указанные на рисунке 1. Для некоторых испытаний применяют также большой и малые образцы типа Шарпи с глубоким надрезом. Если для испытания на удар используются нестандартные образцы, то следует предварительно провести сравнительные испытания стандартных и нестандартных образцов для получения эмпирических коэффициентов.

В результате испытания определяется работа удара К (КУ, КV или КТ) и ударная вязкость материала КС (КСУ, КСV или КСТ), представляющая собой работу, затраченную для ударного излома образца, отнесенную к площади поперечного сечения в месте надреза. Если сравнить два материала с одинаковым пределом прочности, но требующие для разрушения разное количество работы, то тот, для которого работа будет больше, называют более вязким материалом.

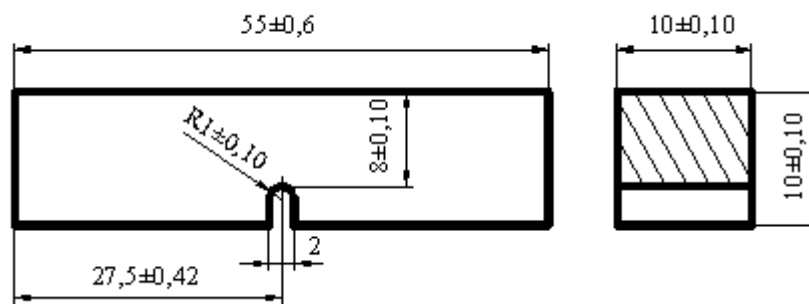


Рисунок 1 – Образец для испытания на ударную вязкость с U-образным надрезом

Хотя данные об ударной вязкости и не могут быть использованы при расчёте на прочность или для аналитической оценки опасности хрупкого разрушения, но они позволяют решить вопрос о применимости того или иного материала в условиях динамических нагрузок, в которых работают многие детали машин, имеющие отверстия, канавки для шпонок, разные конструктивные углы и т.п. Низкая ударная вязкость служит основанием для браковки материала. Стали, применяемые для изготовления деталей, работающих при динамических нагрузках, должны иметь ударную вязкость не менее $8 \cdot 10$ Н·м/м².

По результатам определения твердости судят о структурных изменениях и степени подкалки металла при охлаждении после сварки.

Металлографические исследования сварных соединений. Основной задачей металлографического анализа является установление структуры металла и качества сварного соединения, выявление наличия и характера дефектов. Металлографические исследования включают в себя макро- и микроструктурный методы исследования металлов.

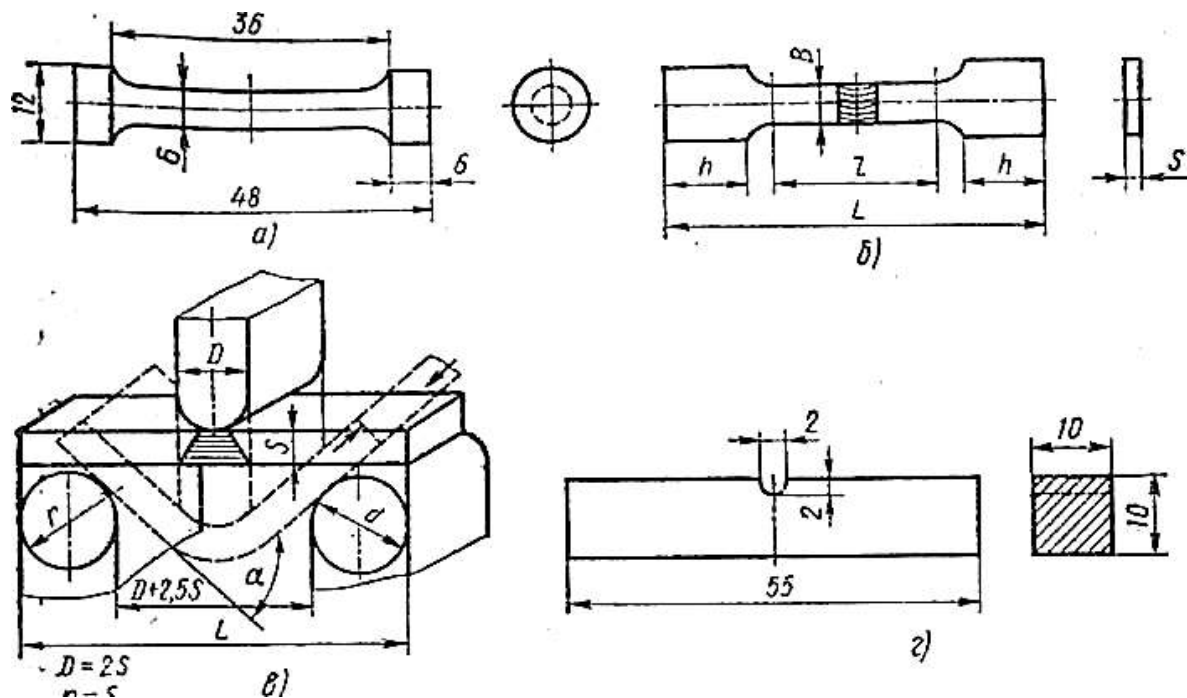


Рис. 1. Образцы для определения механических свойств: а, б — на растяжение наплавленного металла (а) и сварного соединения (б), в — на изгиб, г — на ударную вязкость

При макроструктурном методе изучают макрошлифы и изломы металла невооруженным глазом или лупой (увеличение до 20 раз). Макроисследование позволяет определить характер и расположение видимых дефектов в разных зонах сварных соединений.

При микроструктурном анализе (микроанализ) исследуется структура металла при увеличении в 50—2000 раз с помощью оптических микроскопов. Микроисследование позволяет установить качество металла, в том числе обнаружить пережог металла, наличие окислов по границам зерен, засоренность металла неметаллическими включениями (оксидами, сульфидами), величину зерен металла, изменение состава металла при сварке, микроскопические трещины, поры и некоторые другие дефекты структуры.

Методика изготовления шлифов для металлографических исследований заключается в вырезке образцов из сварных соединений, шлифовке, полировке и травлении поверхности металла специальными травителями.

Металлографическое исследование сварных соединений дополняется измерением твердости и при необходимости химическим анализом.

Специальные испытания проводят с целью получения характеристик сварных соединений, учитывающих условия эксплуатации сварной конструкции: — определение коррозионной стойкости для конструкций, работающих в коррозионных средах; — усталостной прочности при циклических нагрузках; ползучести при эксплуатации в условиях воздействия повышенных температур и др.

Разрывная машина	Маятниковый копер
------------------	-------------------



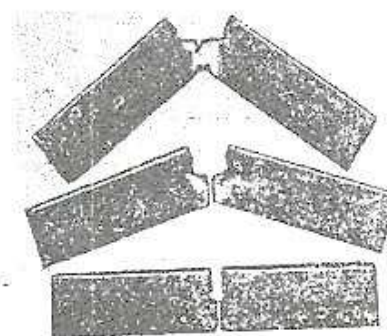
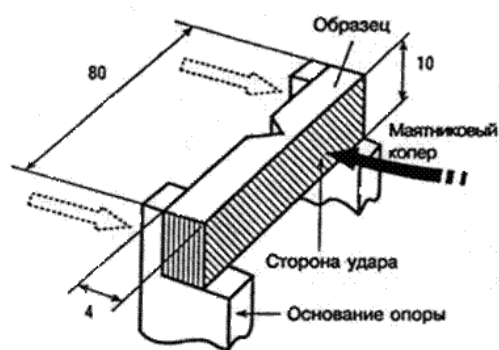
Образцы сварных соединений стали 12 X18H9T после испытаний на разрыв

Образец испытаний на статический изгиб.



Образец для испытаний на ударную вязкость.

Образцы после испытаний на ударную вязкость.



Контрольные вопросы:

1. Дайте определение сварному соединению, сварному шву, опишите строение сварного соединения.
2. Опишите виды разрушающих испытаний. Составьте таблицу соответствия: испытание – оборудование – образец.
3. Опишите принцип испытаний на разрыв, зарисуйте образец до испытания и после, сделайте вывод.
4. Опишите принцип испытаний на статический изгиб, зарисуйте образец до испытания и после, сделайте вывод.
5. Опишите принцип испытаний на ударную вязкость, зарисуйте образец до испытания и после, сделайте вывод.
6. Опишите принцип металлографических исследований сварных соединений, какие виды таких исследований бывают.

7. Сделайте вывод по работе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Овчинников, В. В., Основы технологии сварки и сварочное оборудование : учебник / В. В. Овчинников. — Москва : КноРус, 2024. — 258 с. — ISBN 978-5-406-12298-3. — URL: <https://book.ru/book/951080> (дата обращения: 14.02.2024). — Текст : электронный.

2. Основы сварочного производства и теория сварочных процессов : учебное пособие / А. А. Черепяхин, Л. П. Андреева, С. Д. Ворончук [и др.] ; под ред. А. А. Черепяхина. — Москва : КноРус, 2023. — 491 с. — ISBN 978-5-406-10659-4. — URL: <https://book.ru/book/945921> (дата обращения: 14.02.2024). — Текст : электронный.

3. Основы сварочного производства : учебное пособие / А. А. Черепяхин, Л. П. Андреева, С. Д. Ворончук [и др.] ; под ред. А. А. Черепяхина. — Москва : КноРус, 2022. — 306 с. — ISBN 978-5-406-09133-3. — URL: <https://book.ru/book/942459> (дата обращения: 14.02.2024). — Текст : электронный.

4. Неразрушающий контроль сварных соединений и швов : учебное пособие / А. А. Черепяхин, Р. А. Латыпов, Л. П. Андреева [и др.] ; под ред. А. А. Черепяхина, Р. А. Латыпова. — Москва : КноРус, 2023. — 256 с. — ISBN 978-5-406-10527-6. — URL: <https://book.ru/book/945819> (дата обращения: 14.02.2024). — Текст : электронный.