

Основы теории ручной дуговой сварки

Теоретические основы
профессиональной деятельности

Учебное пособие



ББК 34.641я722
В 64

Консультант и научный редактор
директор НОУ «Центр инновационных технологий»,
канд. эконом. наук С.В. Соколова

Рецензенты
доцент Волжской государственной инженерно-педагогической академии
канд. пед. наук Ф.П. Сироткин,
начальник отдела ОАО «Завод Красное Сормово», г. Нижний Новгород Т.Е. Железнова

В 64 **Вознесенская И.М.** Основы теории ручной дуговой сварки : теоретические основы профессиональной деятельности [Текст] : Учеб. пособие / И.М. Вознесенская. Под ред. С.В. Соколовой. – М. : Академкнига/Учебник, 2005. – 160 с.

ISBN 5-94908-149-8

Учебное пособие является составной частью модульной программы подготовки рабочих и специалистов по профессии «сварщик» и соответствует государственному образовательному стандарту.

Пособие включает в себя словарь основных терминов, учебный материал, задания разного уровня сложности, представленные в различных формах, практические работы и материалы оценки достигнутой профессиональной компетентности, что позволяет обучающимся самостоятельно изучать предмет, а также осуществлять самоконтроль.

Учебное пособие «Основы теории ручной дуговой сварки» предназначено для подготовки специалистов в учреждениях начального и среднего профессионального образования, в учебно-производственных комбинатах, на курсах повышения квалификации, а также для переподготовки кадров службой занятости.

Оглавление

Введение		4
Словарь терминов		6
Результат 1.	Характеризовать классы и виды сварки в соответствии с действующей классификацией	13
Результат 2.	Характеризовать сварные соединения и швы в соответствии с действующим ГОСТом	29
Результат 3.	Характеризовать процессы, происходящие в сварочной дуге, в соответствии с законами физики	49
Результат 4.	Объяснять физико-химические процессы при сварке плавлением в соответствии с законами физики и химии	63
Материалы оценки компетентности		73
Приложение	Извлечение из ГОСТ 5264-80	85

Введение

Стремительные изменения в современном производстве требуют новых подходов к подготовке квалифицированных рабочих. Одним из таких подходов является модульное обучение. Учебное пособие «Основы теории ручной дуговой сварки» разработано и апробировано в соответствии с модульной технологией обучения, основанной на компетентностном подходе к профессиональной деятельности и является первым модулем теоретического курса «Электрогазосварочные работы». Курс предназначен для обучения учащихся по профессии сварщик и состоит из нескольких модулей. Сочетание различных модулей позволяет обучать учащихся по разным специальностям в соответствии с государственным стандартом данной профессии.

Модульное обучение, возникшее как альтернатива традиционному обучению, интегрирует в себя все то прогрессивное, что накоплено в педагогической практике. Суть модульного обучения состоит в том, что обучающийся самостоятельно (с направляющей помощью педагога – мастера производственного обучения) достигает определенной компетентности в процессе работы с модулем. Модульное обучение, и в этом одна из его особенностей, ориентировано на учащихся с различной мотивацией и разным уровнем допрофессионального обучения.

Модульная программа включает в себя: методические рекомендации для преподавателя, учебное пособие по теоретическому и производственному обучению и рабочую тетрадь для учащихся, методические рекомендации для мастера производственного обучения. Модульная программа – это система средств и приемов, с помощью которых достигается дидактическая компетентность педагога по конкретной дисциплине.

Технология модульного обучения решает следующие задачи: повышение мотивации к изучению профессионально значимых учебных дисциплин,

повышение качества образования, повышение уровня образовательного процесса в целом и в итоге готовит специалиста, отвечающего требованиям сегодняшнего работодателя.

Каждый модуль данной технологии имеет универсальную структуру и разрабатывается по единой методике. В модульной технологии четко прописаны все результаты, которые должен освоить учащийся, и критерии оценки каждого результата. Критериальный подход при составлении контрольного материала по результатам модуля является надежным средством повышения достоверности и объективности оценки профессиональной компетентности. Технология модульного обучения позволяет учащимся самостоятельно добиваться результата, отрабатывая каждый критерий деятельности, выбирая индивидуальный темп работы.

В учебном пособии дается первый модуль по специальности электро-сварщик ручной сварки, который является базовым при обучении по данной профессии. При изучении второго модуля «Ручная дуговая сварка» учащийся получает необходимые теоретические профессиональные компетенции для освоения этой специальности в целом. Учебное пособие содержит учебный материал, материал для закрепления и проаерки степени усвоения, а также материал по контролю и оценке знаний учащихся. Содержание учебного материала включает только те сведения, которые необходимы для достижения запланированного результата с целью научить учащихся работать с ГОСТами, справочной литературой, пособие дополняется списком действующих ГОСТов по данной профессии, ГОСТом на сварные соединения, выполненные ручной дуговой сваркой и словарем.

Пособие может использоваться для обучения в группах начального профессионального образования по профессии «сварщик».

Словарь терминов

Словарь терминов подготовлен в соответствии с содержанием курса «Электрогазосварочные работы».

В нем в краткой форме объясняются основные термины и понятия, используемые на уроках теоретического обучения и производственной практики. Термины соответствуют действующим ГОСТам.

А

Автомат для дуговой сварки — аппарат для автоматической дуговой сварки.

Агрегат сварочный — агрегат, состоящий из сварочного генератора и приводного двигателя.

Б

Балластный реостат — устройство, предназначенное для получения падающей вольт-амперной характеристики на каждом сварочном посту и регулирования сварочного тока.

Баллон — емкость, предназначенная для хранения и транспортировки газа под давлением.

Брызги металла — дефект в виде затвердевших капель на поверхности сварного соединения.

В

Валик — металл, наплавленный или переплавленный за один проход. Формируется в виде чешуйчатой полоски вслед за перемещающимся источником нагрева металла.

Ванна сварочная — часть сварного шва, находящаяся при сварке в жидком состоянии.

Г

Генератор ацетиленовый — аппарат для получения ацетилена путем разложения карбида кальция водой.

Глубина проплавления — наибольшая глубина расплавления основного металла в сечении шва.

Горелка для газовой сварки — устройство, применяемое при газовой сварке для регулируемого смешения газов и создания направленного сварочного пламени.

Д

Дефект сварного соединения — отклонение от норм, предусмотренных ГОСТами, техническими условиями и чертежами проектов.

Дуга косвенного действия — дуга, при которой объект сварки не включен в цепь сварочного тока.

Дуга открытая — дуга, доступная визуальному наблюдению и горящая без подачи извне защитного газа или флюса.

Дутьё магнитное — отклонение дуги в результате действия магнитных полей или ферромагнитных масс при сварке.

З

Заварка кратера — заплывание кратера в конце шва.

Заготовка — кусок металла, отрезанный от полуфабриката, предназначенный для дальнейшей обработки.

Зажигание дуги — состоит в коротком замыкании сварочной цепи, возникающим при прикосновении к изделию концом электрода и быстром отводе его на не-

большое расстояние от поверхности изделия, в результате чего и загорается дуга.

Заземление — электрическое соединение с землей корпуса источника тока для устранения возможности поражения электрическим током.

Зона соединения — зона, где образовались межзатомные связи соединяемых частей при сварке давлением.

Зона сплавления — зона, где находится частично оплавленные зерна металла на границе основного металла и шва.

Зона термического влияния — участок основного металла, не подвергающийся расплавлению, структура и свойства которого изменились в результате нагрева при сварке плавлением или резки.

И

Измерительный шаблон — измерительный инструмент, предназначенный для проверки размеров или формы сечения сварных швов.

Инжектор — цилиндрическая деталь горелки или резака с центральным каналом малого диаметра для кислорода и периферийными — для ацетилена. Предназначен для того, чтобы кислородной струей создавать разреженное состояние и засасывать ацетилен.

Источник питания многопостовой — источник электрической энергии, предназначенный для одновременного питания нескольких сварочных постов и сварочных головок одного поста.

Источник питания однопостовой — источник электрической энергии, предназначенный для питания сварочного поста или сварочной головки.

К

Катет углового шва — кратчайшее расстояние от поверхности одной из сва-

риваемых частей до границы углового шва на поверхности второй свариваемой части.

Керосиновая проба, или испытание керосином — метод испытания сварного соединения на плотность путем смачивания одной его стороны керосином, который, проникая через неплотности, образует на другой стороне пятна.

Корень шва — часть сварного шва, наиболее удаленная от его лицевой поверхности.

Коэффициент наплавки — масса металла в граммах, наплавленная за один час горения дуги, отнесенная к одному амперу сварочного тока.

Кратер — углубление в сварочной ванне, образуемое давлением газов дуги.

Кромки — соединяемые края деталей при сварке.

Л

Легирующий элемент — компонент, который вводится в состав сплава для придания металлу необходимых свойств.

М

Маска — принадлежность сварщика, надевается на голову во время работы для защиты от вредного воздействия сварочной дуги.

Металл наплавленный — переплавленный присадочный металл, введенный в сварочную ванну в дополнение к основному металлу.

Металл основной — металл соединяемых частей, подвергающихся сварке.

Металл присадочный — металл, предназначенный для введения в сварочную ванну в дополнение к расплавленному основному металлу.

Металл шва — сплав, образованный расплавленным основным и наплавленным

металлами или только переплавленным основным металлом.

Мундштук — устройство для направления плавящегося электрода в зону сварки и для подвода к нему тока.

Н

Наплавка — нанесение с помощью сварки слоя металла на поверхность изделия.

О

Обмазка электрода (покрытие) — смесь веществ, нанесенная на электрод для усиления ионизации, защиты от вредного воздействия среды и металлургической обработки сварочной ванны.

Отгарок — остаток штучного электрода, который не может использоваться при ручной дуговой сварке.

Окалина — продукт окисления железа, образующийся на его поверхности преимущественно при нагреве.

Операция (технологическая) — часть технологического процесса, выполняемая на определенном рабочем месте.

Отбортовка — изгиб кромки листа под прямым углом.

Очистка кромок — предшествующая сварке технологическая операция удаления с поверхности кромок окалины, ржавчины, масляных пленок и других загрязнений.

П

Плотность тока — величина, численно равная отношению силы тока к площади поперечного сечения проаодника.

Пневматическое испытание — испытание сварного изделия (сосуда) на герметичность путем заполнения его воздухом или другим газом под давлением и погружения в воду или обмазывания снаружи мыльным раствором. В местах, где герметичность нарушена, появляются пузырки.

Подкладка — деталь или приспособление, устанавливаемое под кромки свариваемых частей для формирования или защиты от окисления обратной стороны сварного шва либо для предотвращения протекания металла сварочной ванны.

Подкладка флюсо-медная — медная подкладка с канавкой, заполненной флюсом.

Подушка флюсовая — подкладка в виде приспособления, заполненного флюсом.

Полуавтомат для дуговой сварки — аппарат для полуавтоматической дуговой сварки, включающий горелку, механизм подачи проволоки и аппаратуру управления.

Полярность обратная — электрод присоединяется к положительному полюсу источника питания дуги, а объект сварки — к отрицательному.

Полярность прямая — электрод присоединяется к отрицательному полюсу источника питания дуги, а объект сварки — к положительному.

Пост сварочный — специально оборудованное место для сварки.

Праера — технологическая операция устранения общих или местных деформаций в сварных изделиях (заготовках).

Преобразователь сварочный — сварочный агрегат, в котором приводным двигателем является электрический двигатель.

Притупление кромок — нескованная часть торца кромок.

Прихватка — короткий сварной шов, применяемый для фиксации расположения, размеров и формы собираемых под сварку элементов.

Провар — сплошная металлическая связь между сваренными поверхностями основного металла, слоями и валиками сварного шва.

Проволока порошковая — сварочная проволока, состоящая из металлической

оболочки, заполненной порошкообразными веществами.

Проволока самозащитная — электродная проволока, содержащая вещества или компоненты, которые защищают расплавленный металл от вредного воздействия воздуха.

Проволока сварочная — проволока, используемая как присадочный металл при сварке плавлением.

Проволока электродная — сварочная проволока, используемая как плавящийся электрод.

Прожоги — дефект в виде сквозного отверстия в сварном шве, образовавшийся в результате вытекания части металла сварочной ванны.

Проход — однократное перемещение в одном направлении источника нагрева при сварке.

Р

Разделка кромок — придание кромкам, подлежащим сварке, необходимой формы.

Разметка — технологическая операция по нанесению на поверхность металла контуров подлежащих вырезке деталей или мест прихватки деталей.

Режим сварки — совокупность показателей (параметров), определяющих характер протекания процесса сварки.

С

Сборка (под сварку) — технологическая операция, при которой подлежащие сварке детали занимают необходимое взаиморасположение и закрепляются специальными приспособлениями или прихватками.

Свариваемость — свойство металла или сочетаний металлов образовывать при установленной технологии сварки соеди-

нение, отвечающее требованиям, обусловленным конструкцией и эксплуатацией изделия.

Сварка — получение неразъемных соединений посредством установления межатомных связей между соединяемыми частями при их нагревании и (или) пластическом деформировании.

Сварка аргонодуговая — дуговая сварка в защитном газе, при которой в качестве защитного газа используется аргон.

Сварка блоками — сварка, при которой многослойный шов сваривают отдельными участками, а промежутки между ними заполняют до того, как будет завершена сварка корня шва.

Сварка взрывом — сварка, при которой соединение осуществляется в результате вызванного взрывом соударения быстро движущихся частей.

Сварка в углекислом газе — дуговая сварка в защитном газе, при которой в зону дуги подается углекислый газ.

Сварка газовая — сварка плавлением, при которой нагрев кромок соединяемых частей производится пламенем газов, сжигаемых на выходе из горелки для газовой сварки.

Сварка давлением — осуществляется при температурах ниже точки плавления свариваемых металлов без использования припоя и с приложением давления, достаточного для создания необходимой пластической деформации соединяемых частей.

Сварка дуговая — сварка плавлением, при которой нагрев осуществляется электрической дугой.

Сварка дуговая автоматическая — дуговая сварка, при которой подача плавящего электрода и перемещение дуги вдоль свариваемых кромок механизированы.

Сварка дуговая в защитном газе — дуговая сварка, при которой в зону дуги подается защитный газ.

Сварка дуговая неплавящимся электродом — дуговая сварка, выполняемая нерасплавляющимся при сварке электродом.

Сварка дуговая плавящимся электродом — дуговая сварка, выполняемая электродом, который, расплавляясь при сварке, служит присадочным металлом.

Сварка дуговая полуавтоматическая — дуговая сварка, при которой механизирована только подача электродной проволоки

Сварка дуговая ручная — сварка штучными электродами, при которой подача электрода и перемещение дуги вдоль свариваемых кромок производится вручную.

Сварка каскадом — сварка, при которой каждый последующий участок многослойного шва перекрывает весь или часть предыдущего участка.

Сварка контактная — сварка с применением давления, при которой нагрев производится теплом, выделяемым при прохождении электрического тока через находящиеся в контакте соединяемые части.

Сварка контактная стыковая — контактная сварка, при которой соединение свариваемых частей происходит по поверхности стыкуемых торцов.

Сварка контактная точечная — контактная сварка, при которой соединение элементов происходит на участках, ограниченных площадью торцов электродов, подводящих ток и передающих усилие сжатия.

Сварка контактная шовная — контактная сварка, при которой соединение элемента выполняется внахлестку вращающимися дисковыми электродами в виде непрерывного или прерывистого шва.

Сварка кузнечная — сварка давлением, при которой осадка выполняется ударами молотка.

Сварка лежачим электродом — дуговая сварка, при которой неподвижный плавящийся электрод укладывается вдоль свариваемых кромок, а дуга перемещается по мере расплавления электрода.

Сварка многодуговая — дуговая сварка, осуществляемая одновременно более чем двумя электродами с отдельным питанием их током.

Сварка многоэлектродная — дуговая сварка, осуществляемая одновременно более чем двумя электродами с общим подводом сварочного тока.

Сварка на весу — односторонняя сварка плавлением без подкладок.

Сварка наклонным электродом — дуговая сварка, при которой плавящийся электрод располагается наклонно вдоль свариваемых кромок и по мере расплавления движется под действием силы тяжести или пружины.

Сварка на подъем — сварка в наклонном положении, при которой сварочная ванна перемещается снизу вверх.

Сварка на проход — сварка, при которой направление сварки неизменно.

Сварка на спуск — сварка в наклонном положении, при которой сварочная ванна перемещается сверху вниз.

Сварка неповоротных стыков — сварка стыковых швов по замкнутому контуру, при которой объект сварки неподвижен.

Сварка обратноступенчатая — сварка, при которой сварной шов выполняется следующими один за другим участками в направлении, обратном общему направлению шва.

Сварка открытой дугой — дуговая сварка плавящимся электродом, осуществляемая без подачи защитного газа или сварочного

флюса, при которой зона дуги доступна наблюдению.

Сварка под флюсом — дуговая сварка, при которой дуга горит под слоем сварочного флюса.

Сварка сверху вниз — сварка в вертикальном положении, при которой сварочная ванна перемещается сверху вниз.

Саарка снизу вверх — сварка в вертикальном положении, при которой сварочная ванна перемещается снизу вверх.

Саарка трением — сварка давлением, при которой нагрев осуществляется трением, вызываемым вращением одной из свариваемых частей.

Саарочная дуга — мощный устойчивый электрический разряд в газовой среде, образованной между электродом и изделием (либо между электродами).

Саарочный выпрямитель — источник питания постоянного тока сварочной дуги, предназначенный для понижения напряжения сети (220 или 380 В) до напряжения холостого хода, необходимого для зажигания и стабильного горения дуги, а также преобразования переменного тока в постоянный.

Сварочный пост — рабочее место сварщика, оснащенное необходимым оборудованием для выполнения сварочных работ.

Сварочный трансформатор — источник питания переменного тока сварочной дуги, предназначенной для понижения напряжения электрической сети (220 или 380 В) до напряжения холостого тока, необходимого для зажигания и стабильного горения сварочной дуги.

Светофильтр — темное защитное стекло в щитке или маске, предназначенное для защиты глаз, кожи лица от лучей дуги, брызг металла и шлака.

Скос кромки — прямолинейный или кри-

волинейный срез кромки, подлежащий сварке.

Слой — часть металла сварного шва, образованная одним или несколькими валиками, располагающимися на одном уровне поперечного сечения шва.

Соединение нахлесточное — сварное соединение, в котором свариваемые элементы расположены параллельно и перекрывают друг друга.

Соединение сварное — неразъемное соединение, выполненное сваркой.

Соединение стыковое — сварное соединение двух элементов, расположенных в одной плоскости или на одной поверхности.

Соединение тавровое — сварное соединение, в котором к боковой поверхности одного элемента примыкает под углом и приварен торцом другой элемент.

Соединение угловое — сварное соединение двух элементов, расположенных под прямым углом и сваренных в месте примыкания их краев.

Спецодежда сварщика — рабочая одежда для защиты сварщика от брызг металла, шлака, вредных излучений, электрического тока.

Т

Технологическая карта — форма технологической документации, в которой записан весь процесс обработки изделия, указаны операции и их составные части, материалы, производственное оборудование и технологические режимы, необходимое для изготовления изделия время, квалификация работников и т. п.

Трактор для дуговой сварки — переносный автомат для дуговой сварки с самоходной тележкой, которая перемещает его вдоль свариваемых кромок по поверхности изделия или переносному пути.

У

Угол разделки кромок — угол между скошенными кромками свариваемых частей.

Угол саарной — часть конструкции, в которой сварены примыкающие друг к другу элементы.

Угол скоса кромки — острый угол между плоскостью скоса кромки и торцом.

Усиление стыкового шва — часть металла стыкового шва, возвышающаяся над поверхностью свариваемых частей.

Усиление углового шва — часть металла, образующая выпуклость углового шва.

Ф

Флюс для дуговой сварки — сварочный флюс, защищающий дугу и сварочную ванну от вредного воздействия окружающей среды и осуществляющий металлургическую обработку ванны.

Флюс керамический сварочный — сварочный флюс для дуговой сварки, полученный перемешиванием порошкообразных материалов со связующими веществами.

Флюс плавленый саарочный — сварочный флюс, полученный сплавлением его составляющих.

Флюс сварочный — неметаллический материал, расплав которого необходим для сварки и улучшения качества шва.

Ш

Ширина шва — расстояние между видимыми линиями сплавления на лицевой стороне шва.

Шов многослойный — сварной шов, состоящий из нескольких слоев.

Шов монтажный — сварной шов, осуществляемый на месте монтажа конструкции.

Шоа напрыганный — сварной шов без промежутков по длине.

Шоа подаарочный — меньшая часть двухстороннего шва, выполняемая предвари-

тельно для предотвращения прожогов при последующей сварке или накладываемая в последнюю очередь в корень шва для обеспечения высокого качества шва.

Шов прерывистый — сварной шов с промежутками по длине.

Шов прерывистый цепной — двусторонний прерывистый шов таврового соединения, у которого промежутки расположены на одной стороне.

Шов прерывистый шахматный — двусторонний прерывистый шов таврового соединения, у которого промежутки на одной стороне стенки расположены против сваренных участков шва другой стороны.

Шов сварной — участок сварного соединения, образовавшийся в результате кристаллизации металла сварочной ванны.

Шов стыковой — сварной шов стыкового соединения.

Шов точечный — сварной шов нахлесточного или таврового соединения, в котором связь между сваренными частями осуществляется в отдельных точках.

Шоа угловой — сварной шов углового, нахлесточного или таврового соединения.

Э

Электрод — металлический или неметаллический стержень, предназначенный для подвода тока к сварочной дуге.

Электрододержатель — приспособление для закрепления электрода и подвода к нему тока.

Электрод плавящийся с обмазкой — стержень определенного размера, на поверхность которого нанесено специальное покрытие.

Электрод неплавящийся — стержень из электропроводного материала, включаемый в цепь сварочного тока для подвода его к сварочной дуге и не расплавляющийся при сварке.

Результат 1

**Характеризовать классы
и виды сварки в соответствии
с действующей классификацией**

1. Основные этапы развития видов сварки
2. Классификация видов сварки
3. Виды термического класса сварки
4. Виды механического класса сварки
5. Виды термомеханического класса сварки

Результат 1

**Характеризовать
классы и виды сварки
в соответствии
с действующей
классификацией****Тема**
**1 Основные этапы развития
видов сварки****Учебный материал 1**

Сваркой называется получение неразъемных соединений посредством установления межатомных связей между соединяемыми частями при их нагревании и (или) пластическом деформировании.

В 1802 г. впервые в мире профессор физики Санкт-Петербургской медико-хирургической академии В.В. Петров (1761—1834) открыл электрическую дугу и описал явления, происходящие в ней, а также возможности ее практического применения.

В 1881 г. русский изобретатель Н. Н. Бенардос (1842—1905) применил электрическую дугу для соединения и разъединения сталей. Дуга Н. Н. Бенардоса горела между угольным электродом и свариваемым металлом. Присадочным прутком для образования шва служила стальная проволока. В качестве источника электрической энергии использовались аккумуляторные батареи.

В 1888 г. русский инженер Н.Г. Славянов (1854—1897) предложил дуговую сварку плавящимся металлическим электродом. Он разработал научные основы дуговой

сварки, применил флюс для защиты металла сварочной ванны от воздействия воздуха, предложил наплавку и сварку чугуна. Н.Г. Славянов изготовил сварочный генератор своей конструкции и организовал первый в мире электросварочный цех в Пермских пушечных мастерских, где работал с 1883 по 1897 г.

В 20-х годах нашего столетия дуговую сварку начали внедрять при ремонте локомотивов и котлов. Например, дуговая сварка в это время применялась в московских, ленинградских, ярославских, читинских и других железнодорожных мастерских при использовании импортного и отечественного сварочного оборудования, однако последнее было кустарного изготовления.

Сварка во многих случаях заменила такие трудоемкие процессы изготовления, как клепка и литье, соединение на резьбе и ковка.

Преимущества сварки перед этими процессами следующие:

- экономия металла на 30% и более в зависимости от сложности конструкции,



БЕНАРДОС
Николай Николаевич
 1842 — 1905



СЛАВЯНОВ
Николай Гаврилович
 1854 — 1897

а следовательно, уменьшение веса конструкции;

- уменьшение трудоемкости работ, а соответственно, сокращение сроков работ и уменьшение их стоимости;

- уменьшение стоимости оборудования;

- возможность механизации и автоматизации сварочного процесса;

- возможность использования наплавки для восстановления изношенных деталей;

- герметичность сварных соединений выше, чем клепаных и резьбовых;

- уменьшение производственного шума и улучшение условий труда рабочих.

Сегодняшний уровень развития сварочной науки и техники достигнут благодаря трудам российских ученых, инженеров и рабочих-новаторов. Ими создано большое количество сварочного оборудования, марок электродов, новые прогрессивные свароч-

ные процессы. Весомый вклад в развитие сварки вносит Институт электросварки им. Е.О. Патона в Киеве. Под руководством Е.О. Патона в 1930 г. была разработана автоматическая сварка под флюсом, которая нашла широкое применение в народном хозяйстве с 1940 г. Во время Великой Отечественной войны этим способом сваривалась броня танков Т-34.

В 1952 г. ученый К.В. Любавский разработал и внедрил полуавтоматическую сварку в углекислом газе.

Большим достижением сварочной науки является осуществленная впервые в мире космонавтами Г.С. Шониним и В.Н. Кубасовым сварка в космосе, в условиях глубокого вакуума и невесомости. В космосе испытывались плазменно-дуговая, электронно-дуговая и ручная дуговая сварка плавящимся электродом.

Закрепляющий материал

1. Дайте определение сварки, выделите в нем ключевые слова.
2. Заполните таблицу в хронологическом порядке.

Основные этапы развития сварки

Дата	Фамилия изобретателя	Описание изобретения

3. Почему сварка заменила другие способы изготовления конструкций, например клепку и ковку?

Задание 1.2

Проверка степени усвоения материала

1. Вставьте пропущенные слова в текст:

Сваркой называется получение ... соединений посредством установле-
ния ... связей между соединяемыми частями при их ... и (или) plasti-
ческом

2. Найдите в таблице соответствие между фамилией изобретателя и на-
званием изобретения.

Фамилия изобретателя	Название изобретения
1. Н.Г. Славянов	А. Электрическая дуга
2. Н.Н. Бенардос	Б. Ручная дуговая сварка металлическим электродом
3. В.В. Петров	В. Ручная дуговая сварка угольным электродом с присадочным прутком

3. Найдите ошибки в следующем предложении.

В 1881 г. Славянов Н.Г. применил электрическую дугу для соединения де-
талей с помощью угольного электрода.

Классификация видов сварки

Тема
2

Учебный материал 2

В настоящее время существует более 150 видов сварочных процессов, которые классифицируются по различным признакам.

1. Классификация видов сварки по физическим признакам.

В зависимости от формы энергии, используемой для образования сварного соединения, сварочные процессы делятся на три класса: **термический, механический и термомеханический**. К термическому классу относятся такие виды сварки, которые осуществляются плавлением с использованием тепловой энергии. К механическому классу — такие, при которых используется механическая энергия. К термомеханическому классу — осуществляемые с использованием тепловой энергии и давления.

Для образования сварного соединения применяют различные **источники энергии**: сварочную дугу, газовое пламя, давление к соединяемым деталям, нагрев деталей и давление, трение поверхностей свариваемых деталей.

2. Классификация видов сварки по техническим признакам.

Свариваемый металл в процессе сварки подвергается воздействию воздуха. Газы воздуха проникают в расплавленный металл, и в результате внутри сварного соединения образуются различные дефекты, что приводит к уменьшению прочности шва. Поэтому следующий признак классификации видов сварки — **способ защиты металла** в зоне сварки. Существуют различные способы защиты сварочной ванны: с помощью **электродного покрытия; защитного газа** (углекислого, аргона, гелия); **под слоем специального порошка** — флюса; или в вакууме.

В зависимости от **степени механизации процесса** сварки различают **ручную сварку, полуавтоматическую (механизированную), автоматическую**.

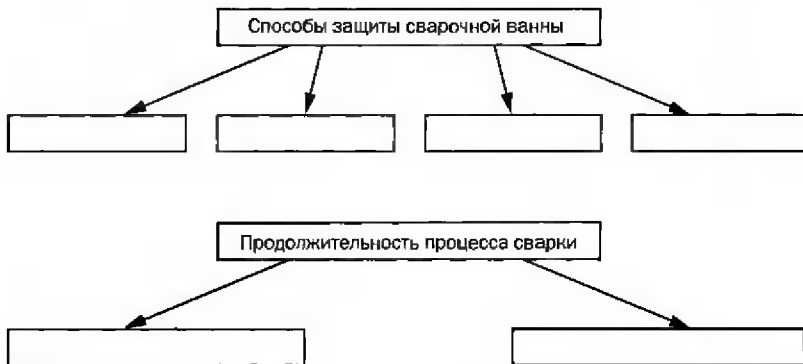
По **продолжительности процесса** различают **непрерывные и прерывистые** виды сварки.

Задание 2.1.

Закрепляющий материал

Заполните схемы.





Задание 2.2

Проверка степени усвоения материала

Ответьте на вопросы.

1. Чем термический класс сварки отличается от механического класса?
2. Как влияет окружающий воздух на свариваемый металл?
3. Как можно защитить свариваемый металл от воздуха?
4. Как различаются виды сварки по степени механизации?
5. Что может быть источником энергии, необходимым для образования сварного соединения?
6. Какие существуют виды сварки по продолжительности процесса?

Тема

3

Виды термического класса сварки

Учебный материал 3

Термический класс объединяет виды сварки, которые производятся местным плавлением металла. Сущность сварки плавлением заключается в расплавлении кромок соединяемых деталей под действием источника

нагрева, в результате чего создается общий объем жидкого металла (сварочная ванна), а после остывания — сварной шов.

К термическому классу относятся: дуговая, газовая, плазменная, лазерная

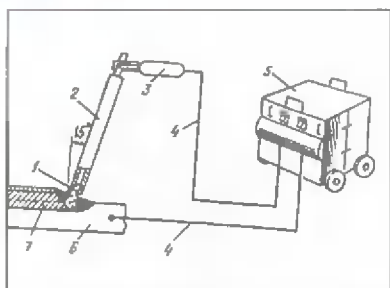


Рис. 1

1 – сварочная дуга; 2 – электрод; 3 – электрододержатель; 4 – сварочные провода; 5 – источник питания; 6 – основной металл; 7 – сварной шов.

и другие виды сварки. Охарактеризуем основные виды сварки данного класса.

1. **Ручная дуговая сварка** (рис. 1) производится металлическими электродами, покрытыми специальной обмазкой. К электроду и свариваемому металлу подводится электрический ток, в результате чего возникает дуга, постоянную длину которой

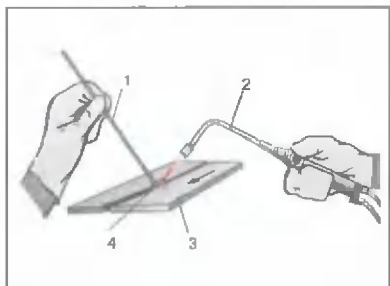


Рис. 3

1 – присадочная проволока; 2 — горелка; 3 — основной металл; 4 — сварочное пламя.

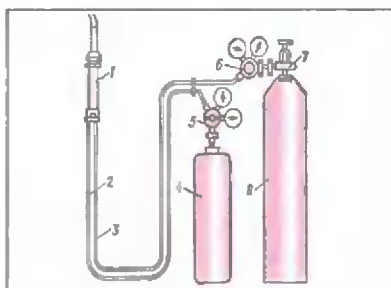


Рис. 2

1 – горелка; 2 – шланг для подвода ацетилена; 3 – шланг для подвода кислорода; 4 – ацетиленовый баллон; 5 – ацетиленовый редуктор; 6 – кислородный редуктор; 7 – кислородный вентиль; 8 – кислородный баллон.

необходимо поддерживать на протяжении всего процесса сварки. Дуга расплавляет металлический стержень электрода, его покрытие и основной металл. Капли металла металлического стержня, покрытые шлаком, переходят в сварочную ванну, где смешиваются с расплавленным основным металлом. По мере плавления электрода покрытие образует газошлаковую защиту, изолирующую зону дуги и сварочную ванну от атмосферного воздуха. По мере удаления дуги происходит остывание ванны, и образуется сварной шов.

2. **Газовая сварка** (рис. 2) — это сварка плавлением, при которой металл в зоне соединения нагревают газовым пламенем до расплавления. Пламя образуется при сгорании горючего газа в кислороде. При нагреве газовым пламенем (рис. 3) кромки свариваемых заготовок расплавляются вместе с присадочным металлом, который может дополнительно вводиться в пламя горелки. После затвердевания жидкого металла образуется сварной шов.

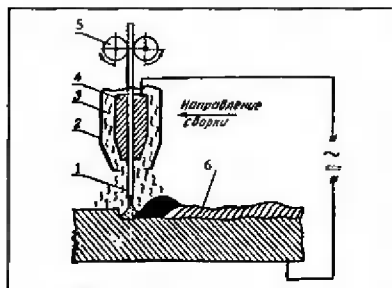


Рис. 4

1 – сварочная проволока; 2 – сопло горелки; 3 – защитный газ; 4 – токоподводящий мундштук; 5 – подающие ролики; 6 – сварной шов.

3. **Полуавтоматическая сварка в среде защитного газа** производится сварочной проволокой, которая подается автоматически в зону сварки. Дуга горит между непрерывно подающейся проволокой и свариваемым металлом (рис. 4). Одновременно с проволокой подается газ (углекислый, аргон или др.), который защищает сварочную ванну от вредного воздействия воздуха. Сварщик перемещает горелку вдоль свариваемых кромок.

Внешний вид полуавтомата для сварки в углекислом газе показан на рис. 5.

4. **Автоматическая сварка под флюсом** (рис. 6). При дуговой сварке под флюсом дуга горит под порошкообразным флюсом, слой которого полностью закрывает дугу и зону сварки. Электродом служит голая проволока. Флюс защищает расплавленный металл от газов воздуха и улучшает качество металла шва.

Дуговая сварка под флюсом выполняется автоматами и полуавтоматами.

Сварочный автомат — это аппарат, в котором подача сварочной проволоки в



Рис. 5

1 – горелка; 2 – подающий механизм; 3 – катушка с проволокой; 4 – шланг для подачи углекислого газа.

дугу и перемещение дуги по изделию механизированы.

5. **Аргонодуговая сварка вольфрамовым электродом** осуществляется с использованием вольфрамового электрода, который закрепляется в горелке, и одновременной подачей защитного газа аргона, поступающего из баллона под давлением в зону сварки (рис. 7). С помощью редуктора устанавливается нужное

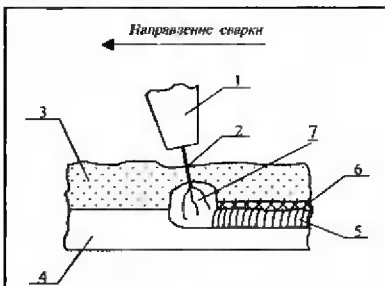


Рис. 6

1 – автомат (нижняя часть); 2 – проволока; 3 – флюс; 4 – основной металл; 5 – сварной шов; 6 – шлаковая корка; 7 – сварочная дуга.

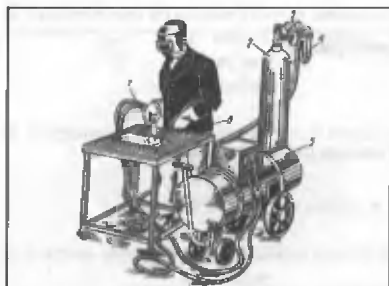


Рис. 7
1 – горелка; 2 – баллон с аргонем; 3 – редуктор; 4 – ротаметр; 5 – сварочный преобразователь; 6 – присадочная проволока.

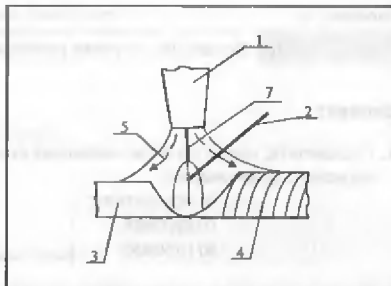


Рис. 8
1 – горелка; 2 – присадочная проволока; 3 – основной металл; 4 – сварной шов; 5 – газ; 6 – сварочная дуга; 7 – вольфрамовый электрод.

давление, а ротаметр измеряет расход газа. Аргонодуговая сварка вольфрамовым электродом может быть как ручной, так и автоматической. Дуга горит между вольфрамовым электродом и основным металлом (рис. 8). Вольфрамовый электрод не

плавится. Расплавляются основной металл и присадочная проволока, в результате чего образуется сварочная ванна, а после остывания — сварной шов. Аргон защищает сварочную ванну от вредного воздействия газов воздуха.

Задание 3.1.

Закрепляющий материал

1. Ответьте на вопросы.

- а. Какие виды сварки относятся к термическому классу?
- б. Что общего между разными видами сварки плавлением?

2. Заполните таблицу.

Характеристика основных видов термического класса сварки

№	Название вида сварки	Описание процесса сварки	Способ защиты сварочной ванны	Степень механизации	Источник энергии для образования сварного шва
1					
2					
3					
4					
5					

Задание 3.2

Проверка степени усвоения материала

Вариант I

1. Определите, какие из перечисленных видов сварки относятся к термическому классу сварки:
 - а) контактная;
 - б) дуговая;
 - в) газовая.
2. Дуговая сварка осуществляется под действием:
 - а) электрической дуги;
 - б) силы P ;
 - в) газового пламени.
3. Сварной шов в ручной дуговой сварке защищается с помощью:
 - а) нет защиты;
 - б) обмазки;
 - в) флюса.
4. Источником энергии для ручной дуговой сварки является:
 - а) газовое пламя;
 - б) сварочная дуга;
 - в) сила P .
5. Степень механизации процесса газовой сварки:
 - а) ручная;
 - б) полуавтоматическая;
 - в) автоматическая.

Вариант II

1. Определите, какие из перечисленных видов сварки относятся к термическому классу:
 - а) сварка взрывом;
 - б) ввтоматическвя под флюсом;
 - в) газовая.
2. Газовая сварка осуществляется под действием:
 - а) электрической дуги;
 - б) силы P ;
 - в) газового пламени.

3. Сварной шов в газовой сварке защищается с помощью:
- а) газового пламени;
 - б) нет защиты;
 - в) обмазки.
4. Источником энергии для газовой сварки является:
- а) газовое пламя;
 - б) сила P ;
 - в) электрическая дуга.
5. Степень механизации процесса ручной дуговой сварки:
- а) ручная;
 - б) полуавтоматическая;
 - в) автоматическая.

Виды механического класса сварки

Тема
4

Учебный материал 4

Механический класс сварки объединяет виды сварки, выполняемые давлением (механической энергией). Сущность сварки давлением заключается в пластическом деформировании кромок свариваемых деталей под действием нагрузки: давления взрывной волны, кувалды и т. д. Сварку можно выполнять как в холодном, так и в нагретом виде. Благодаря пластической деформации происходит процесс установления межатомных связей между соединяемыми частями. В результате образуется сварное соединение.

К этому классу относятся: холодная сварка, сварка трением, ультразвуковая, взрывом и т. д. Охарактеризуем основные виды сварки данного класса.

Сварка взрывом основана на воздействии направленных кратковременных сверхвысоких давлений энергии взрыва на свариваемые детали.

На основание устанавливают сварива-

емую пластину (рис. 9). Вторую свариваемую пластину помещают над первой на некотором расстоянии. На вторую пластину укладывают слоем одинаковой толщины заряд взрывчатого вещества. Заряд взрывают с помощью детонатора. Под воздей-

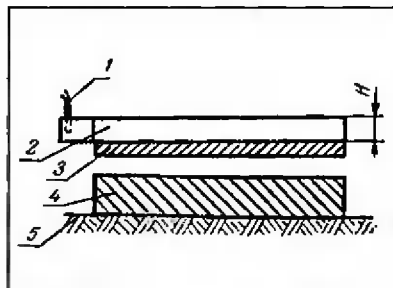


Рис. 9

1 – детонатор; 2 – взрывчатое вещество;
3, 4 – пластины; 5 – основание.

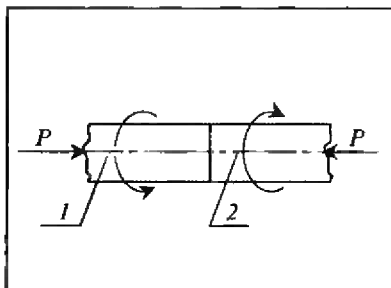


Рис. 10
1, 2 – свариваемые детали; P – сила.

ствием взрывной волны верхняя пластина с большой скоростью ударяется в нижнюю пластину и сваривается с ней, образуя монолитное соединение. Сварное соединение является результатом диффузии.

Сварку взрывом используют при изготовлении заготовок биметалла, при плакировке (покрытии) поверхности конструкционных сталей металлами и сплавами с особыми физическими и химическими свойствами, а также при сварке деталей из разнородных металлов и сплавов. Сварка взрывом — самая быстрая сварка.

Сварка трением выполняется в твердом состоянии под воздействием тепла, возникающего при трении вращающихся поверхностей свариваемых деталей, с последующим их сжатием (рис. 10).

Прочное сварное соединение образуется в результате возникновения металлических связей между контактирующими поверхностями свариваемых деталей. Образованию этих связей препятствуют различные включения и пленки, покрывающие металлические поверхности. Они разрушаются при трении и вследствие значительной пластической деформации трущихся

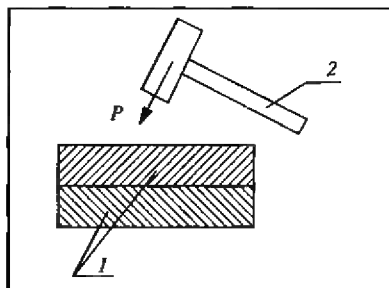


Рис. 11
1 – соединяемые детали; 2 – кувалда.

поверхностей удаляются из зоны в радиальном направлении.

Сваркой трением сваривают режущие инструменты (сверла, резцы, развертки), различные детали круглого сечения из стали, чугуна, цветных металлов и сплавов, разнородных металлов.

Холодная сварка металлов (ковка). Сущность этого вида сварки заключается в том, что при приложении большого давления к соединяемым элементам в месте их контакта происходит пластическая деформация, способствующая возникновению межатомных сил сцепления и приводящая к образованию металлических связей.

Сварка производится кувалдой (молотком) без нагрева (рис. 11). Поверхности, подлежащие сварке, предварительно очищают от загрязнений: обезжиривают, обрабатывают вращающейся проволочной щеткой или применяют шабрение. Соединения выполняют в виде отдельных точек или непрерывного шва.

Холодной сваркой сваривают пластичные металлы: медь, алюминий и его сплавы, свинец, олово, кадмий, титан.

Задание 4.1.

Закрепляющий материал

1. Заполните таблицу.

Характеристика основных видов механического класса сварки

№	Название вида сварки	Описание процесса сварки	Способ защиты сварочной ванны	Степень механизации	Источник энергии для образования сварного шва
1					
2					
3					

2. Ответьте на вопросы.

- В каких случаях используется сварка взрывом, трением и ковкой?
- Какие виды сварки относятся к механическому классу?
- В чем заключается сущность сварки давлением?

Задание 4.2

Проверка степени усвоения материала**Вариант I**

1. Определите, какие из перечисленных видов сварки относятся к механическому классу сварки.

- аргонодуговая;
- сварка взрывом;
- сварка трением.

2. Продолжите предложение.

Сварка взрывом осуществляется под действием ... :

- газового пламени;
- электрической дуги;
- силы Р.

3. Сварной шов при сварке трением защищается с помощью:

- нет защиты;

- б) газовой защитой;
- в) флюса.

4. Источником энергии в холодной сварке является:
- а) давление к соединяемым элементам;
 - б) электрическая дуга;
 - в) газовое пламя.
5. Степень механизации процессаковки:
- а) ручная;
 - б) полуавтоматическая;
 - в) автоматическая.

Вариант II

1. Определите, какие из перечисленных видов сварки относятся к механическому классу сварки:
- а) полуавтоматическая в среде защитных газов;
 - б) холодная сварка;
 - в) сварка трением.
2. Продолжите предложение.
Сварка трением осуществляется под действием ... :
- а) электрической дуги;
 - б) силы;
 - в) газового пламени.
3. Сварной шов при сварке взрывом защищается с помощью:
- а) флюса;
 - б) газовой защиты;
 - в) нет защиты.
4. Источником энергии при сварке взрывом является:
- а) электрическая дуга;
 - б) сверхвысокое давления;
 - в) газовое пламя.
5. Степень механизации процесса сварки взрывом.
- а) ручная;
 - б) полуавтоматическая;
 - в) автоматическая.

Виды термомеханического класса сварки

Тема
5

Учебный материал 5

Термомеханический класс включает в себя виды сварки, осуществляемые давлением (механической энергией) с использованием тепловой энергии общего или местного характера. К этому классу относятся: контактная, кузнечная, диффузионная, газопрессовая и другие виды сварки.

Контактная сварка производится при нагреве деталей электрическим током и их пластической деформации (сдавливании) в места нагрева. Местный нагрев достигается за счет сопротивления электрическому току свариваемых деталей в месте их контакта (рис. 12). Существует несколько видов контактной сварки, различающихся формой сварного соединения: точечная, стыковая, шовная.

Контактная сварка — наиболее высокопроизводительный вид сварки.

При точечной контактной сварке соединение элементов происходит на участках,

ограниченных площадью торцов электродов, которые подводят ток и передают усилие сжатия.

Кузнечная сварка. Процесс кузнечной сварки начинается с подготовки металла, которая заключается в высадке (утолщении) свариваемых концов заготовок. Это делается для того, чтобы получить сварное соединение с требуемым сечением. Обычно концы заготовок нагревают в горне (печи) дважды: в первый раз до ярко-красного цвета (900 — 1000 °С) и второй раз — с нанесенным на поверхность флюсом (бура, поваренная соль и кварцевый песок) до температуры, при которой металл имеет ослепительно белый цвет. Затем заготовки очищают от окалины и шлака, накладывают друг на друга и проковывают сначала легкими, но частыми, а затем сильными ударами кувалды (молотка) до первоначального сечения заготовок (рис. 13).

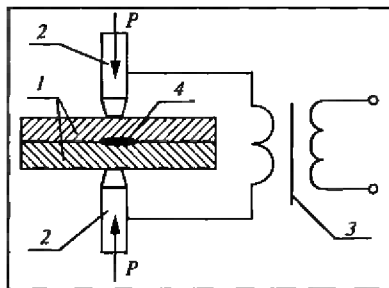


Рис. 12
1 — основной металл; 2 — электроды;
3 — трансформатор; 4 — сварное соединение.

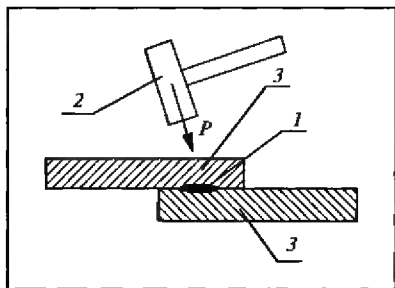


Рис. 13
1 — сварное соединение; 2 — кувалда;
3 — соединяемые детали.

Кузнечная сварка широко применяется в сельских кузницах, иногда на заводах. Прочность сварных соединений, выпол-

ненных кузнечной сваркой, составляет 80% прочности основного металла заготовки.

Задание 5.1.

Закрепляющий материал

1. Ответьте на вопрос.

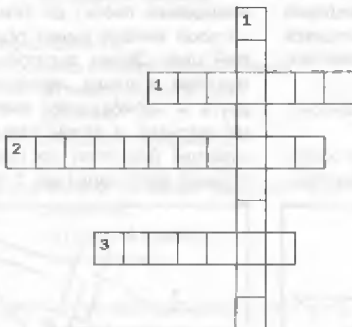
Какие виды сварки относятся к термомеханическому классу?

2. Заполните таблицу.

Характеристика основных видов термомеханического класса сварки

№	Название вида сварки	Описание процесса сварки	Способ защиты сварочной ванны	Степень механизации	Источник энергии для образования сварного шва
1					
2					
3					

3. Решите кроссворд.



По горизонтали:

1. Вид механического класса.
2. Класс сварки.
3. Вид термического класса сварки.

По вертикали:

1. Вид термомеханического класса сварки.

Задание 5.2

Проверка степени усвоения материала

1. Ответьте на вопросы.

- а. В чем заключается сущность термомеханического класса сварки?
- б. Как производится контактная сварка?
- в. Как производится кузнечная сварка?
- г. Чем кузнечная сварка отличается отковки?

Результат 2

Характеризовать сварные соединения и швы в соответствии с действующим ГОСТом

6. Виды сварных соединений
7. Классификация сварных швов
8. Сварные швы и соединения ручной дуговой сварки
9. Конструктивные элементы сварных швов и соединений
10. Обозначение сварных швов на чертежах

Результат 2

Характеризовать сварные соединения и швы в соответствии с действующим ГОСТом

Тема 6 6 Виды сварных соединений

Учебный материал 6

Сварное соединение — это неразъемное соединение, выполненное сваркой.

В производстве сварных конструкций применяются следующие типы сварных соединений: стыковые, тавровые, угловые и нахлесточные.

Стыковым называется сварное соединение двух элементов, расположенных в одной плоскости или на одной поверхности (рис. 14).

Тавровым называется сварное соеди-

нение, в котором к боковой поверхности одного элемента примыкает под углом приваренный торцом другой элемент (рис. 15).

Нахлесточным называется сварное соединение, в котором свариваемые элементы расположены параллельно и перекрывают друг друга (рис. 16).

Угловым называется соединение двух элементов, расположенных под прямым углом и сваренных в месте примыкания краев (рис. 17).

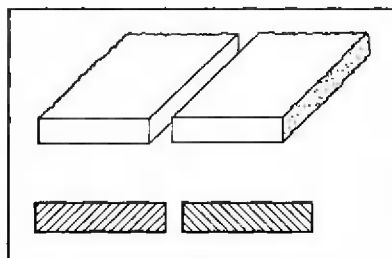


Рис. 14

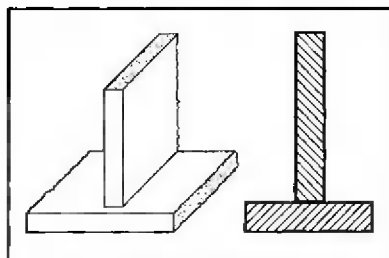


Рис. 15

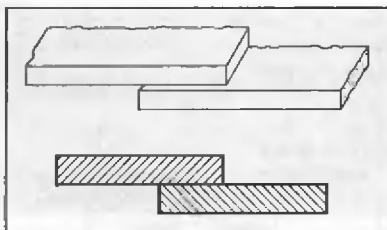


Рис. 16

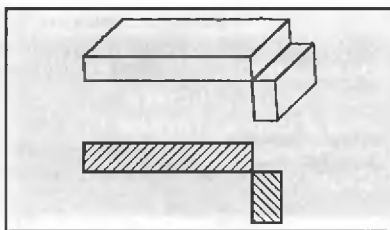


Рис. 17

Задание 6.1.

Закрепляющий материал

Заполните таблицу.
Характеристика сварных соединений



№	Вид соединения	Определение	Рисунок
1			
2			
3			
4			

Задание 6.2

Проверка степени усвоения материала

- Продолжите предложение.
Сварное соединение — это ...
- Найдите в таблице соответствие между видом соединения, его определением и рисунком.

Вид соединения	Определение	Рисунок
1. Стыковое	А. Представляет собой сварное соединение, в котором свариваемые элементы расположены параллельно и перекрывают друг друга	а
2. Наклесточное	Б. Сварное соединение двух элементов, расположенных под прямым углом и сваренных в месте примыкания их краев	б

3. Тавровое	В. Сварное соединение, в котором к боковой поверхности одного элемента примыкает под углом и приварен торцом другой элемент	
4. Угловое	Г. Составляющие элементы расположены в одной плоскости или на одной поверхности	

Тема

7

Классификация
сварных швов

Учебный материал 7

Сварной шов — это участок сварного соединения, образовавшийся в результате кристаллизации металла сварочной ванны.

К сварным швам предъявляют следующие требования:

1. Прочность металла шва должна быть равной прочности основного металла.
2. Форма и размер сварных швов ручной дуговой сварки должны соответствовать указанным на чертеже и в ГОСТ 5264-80.
3. Швы не следует располагать в наиболее нагруженных и опасных местах.

4. Не допускать скученности швов.

Сварные швы делятся по следующим признакам.

1. **По виду соединения** (рис. 18): стыковые (а), угловые (б), тавровые (в) и нахлесточные (г).

2. **По типу сварного соединения** (рис. 18): стыковые (а) и угловые (б, в, г). Угловые швы применяют при выполнении угловых, тавровых или нахлесточных соединений.

3. **По положению в пространстве** (рис. 19) различают: нижние (а), потолоч-

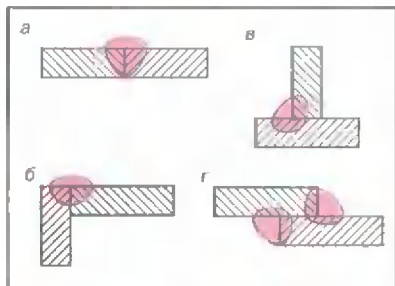


Рис. 18

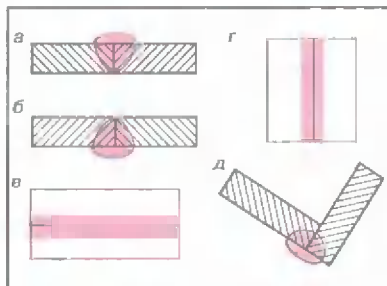


Рис. 19

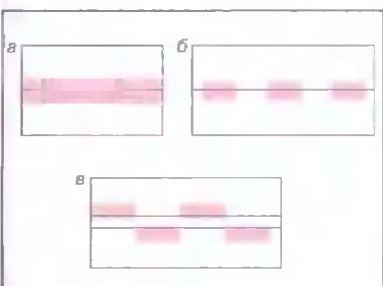


Рис. 20

ные (б), горизонтальные (в), вертикальные (г), в лодочку (д).

4. **По протяженности** (рис. 20) различают непрерывные (а) и прерывистые (б, в) швы. Прерывистые швы делятся на цепные (б) и шахматные (в) и используются в том случае, когда не требуется герметичности конструкции. Применение прерывистых швов обеспечивает экономию наплавленного металла, времени и стоимости сварки.

5. **По подготовке кромок к сварке** (рис. 21): без скоса кромок (а), т. е. без подготовки, с отбортовкой кромок (б), со скосом одной или двух кромок (У-образный скос (в), Х-образный скос (г), криволинейный скос (д), К-образный скос (е).

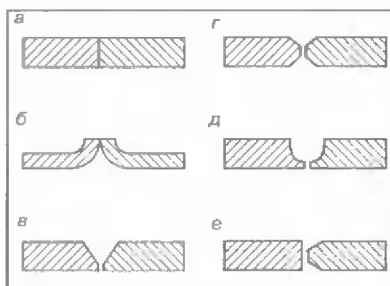


Рис. 21

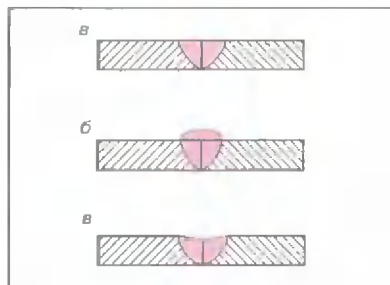


Рис. 22

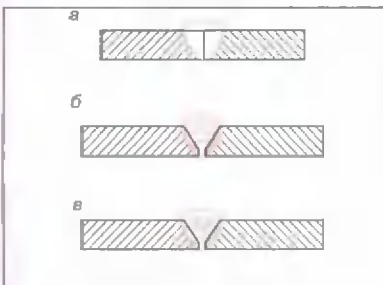


Рис. 23

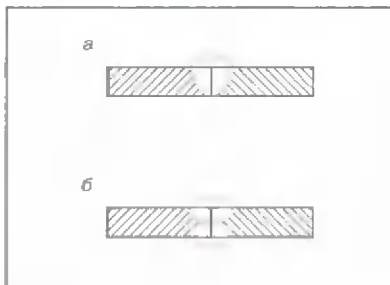


Рис. 24

6. По форме наружной поверхности (рис. 22) сварные швы бывают: плоские (а), выпуклые (б) и вогнутые (в).

7. По количеству слоев (рис. 23) швы делятся на: однослойные (а), многослойные (б) и многослойные многопроходные (в).

8. По характеру выполненного шва (рис. 24) на односторонние (а) и двусторонние (б).

9. По отношению к действующим усилиям (рис. 25) швы делятся на фланговые (а), лобовые (б), комбинированные (в) и косые (г).

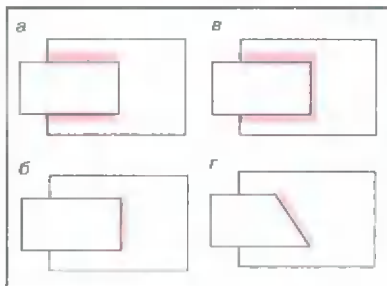
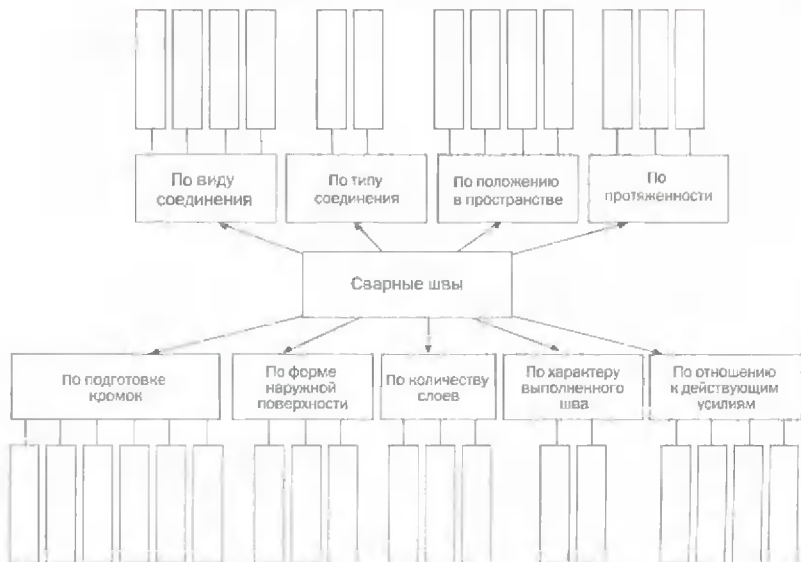


Рис. 25

Задание 7.1

Закрепляющий материал

Заполните схему «Классификация сварных швов».



Задание 7.2






Проверка степени усвоения материала

1. Вставьте пропущенные слова в предложение:

Сварной шов-участок ... соединения, образовавшийся в результате ... металла сварочной ...

2. Выполните полное описание сварного шва по рисунку в таблице в следующей последовательности: вид сварного соединения, форма подготовленных кромок, характер выполненного шва, количество слоев.

Например: стыковое соединение без скоса кромок двустороннее.

№	Рисунок	Описание сварного шва
1		
2		
3		
4		
5		

3. Нарисуйте сварной шов по его описанию.

№	Описание сварного шва	Рисунок
1	Стыковое соединение с двумя симметричными скосами кромок двустороннее	
2	Стыковое соединение с отбортовкой двух кромок одностороннее	
3	Стыковое соединение со скосом одной кромки многослойное многопроходное	
4	Тавровое соединение со скосом одной кромки многослойное одностороннее	
5	Тавровое соединение без скоса кромок двустороннее	
6	Угловое соединение с двумя скосами одной кромки двустороннее	
7	Угловое соединение со скосами двух кромок многослойное двустороннее	
8	Угловое соединение со скосом одной кромки одностороннее	
9	Нахлесточное соединение одностороннее	

Сварные швы и соединения
ручной дуговой сварки

Тема
8

Учебный материал 8

Основные типы и конструктивные элементы швов сварных соединений, выполненных

ручной дуговой сваркой, регламентированы ГОСТ 5264-80 (рис. 26).

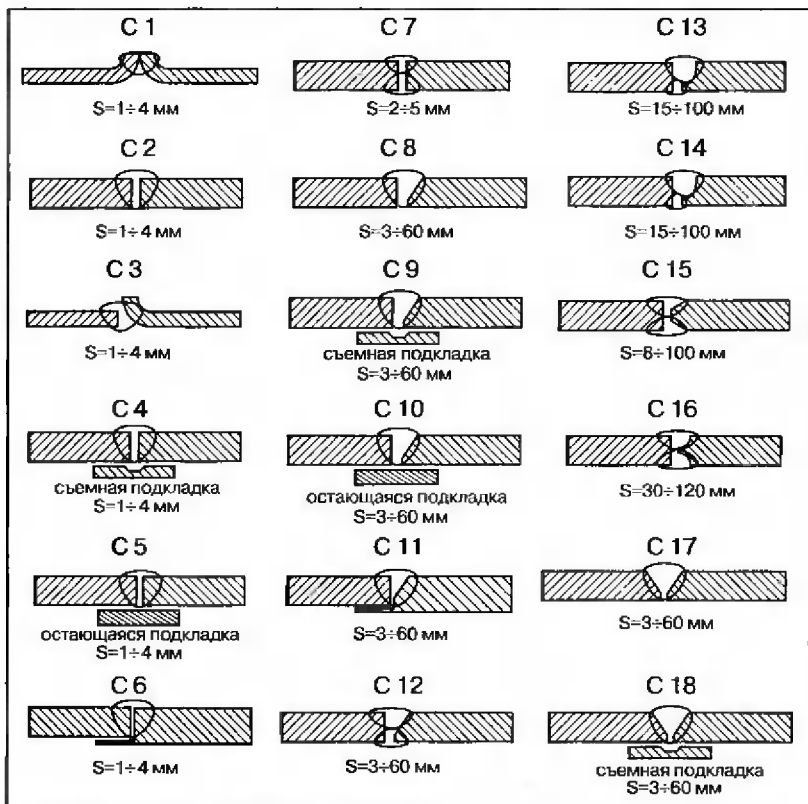


Рис. 26 (начало)

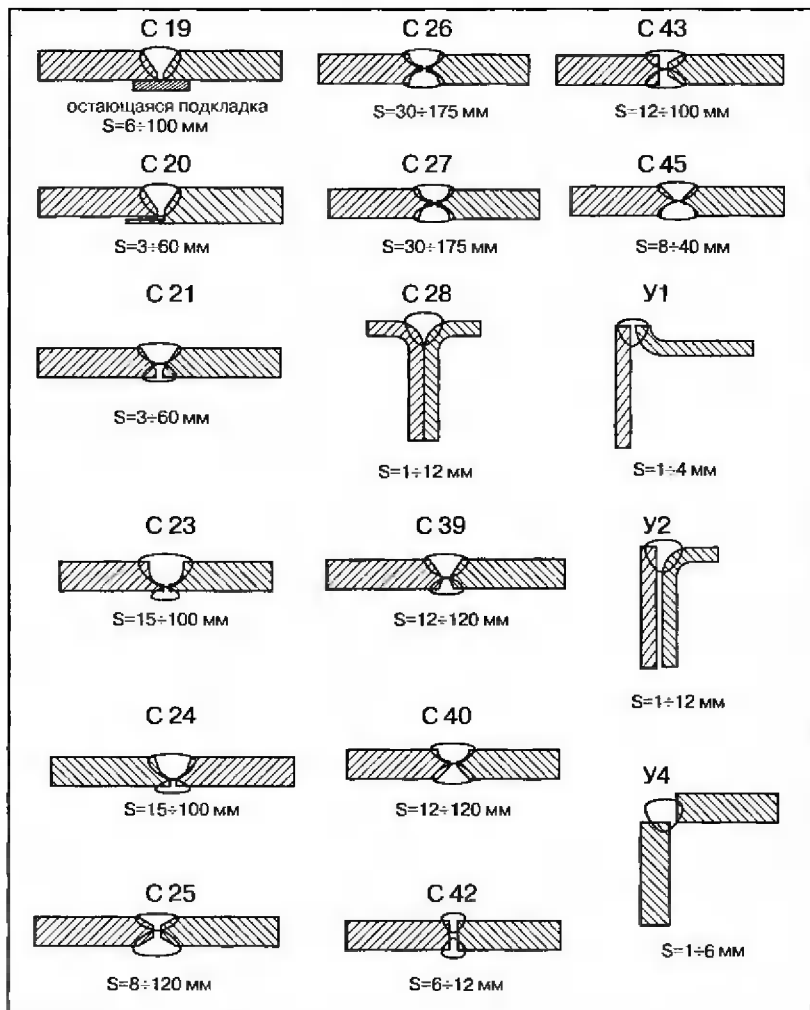


Рис. 26 (продолжение)

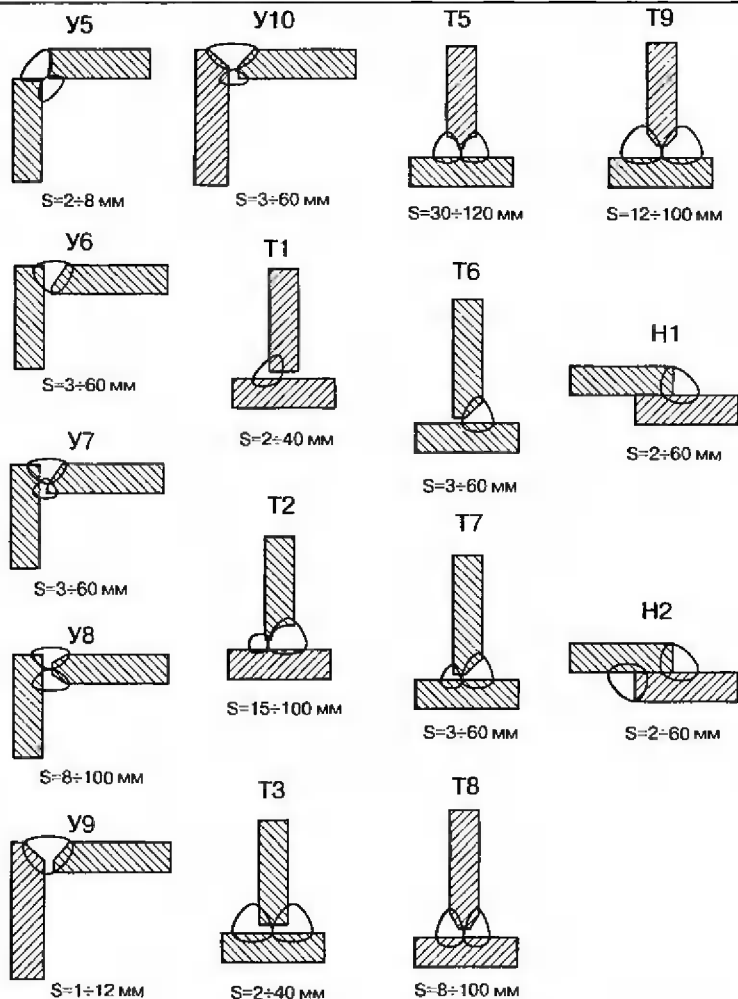


Рис. 26 (окончание)

Закрепляющий материал

Ответьте на вопросы.

1. Сколько стыковых, тавровых, угловых и нахлесточных соединений даны в ГОСТ 5264-80?
2. Чему равна максимальная толщина металла стыковых, тавровых, угловых и нахлесточных соединений?
3. Какая максимальная толщина металла допустима для сварки:
 - а) стыкового соединения без скоса кромок одностороннего;
 - б) стыкового соединения без скосов кромок двустороннего;
 - в) углового соединения без скоса кромок одностороннего;
 - г) углового соединения без скоса кромок двустороннего;
 - д) таврового соединения без скоса кромок одностороннего;
 - е) таврового соединения без скоса кромок двустороннего.
4. Найдите по описанию обозначение соединения в ГОСТе:
 - а) стыковое соединение с отбортовкой кромок одностороннее;
 - б) стыковое соединение с X-образным скосом одной кромки двустороннее;
 - в) угловое соединение без скоса кромок одностороннее;
 - г) угловое соединение с двумя скосами одной кромки двустороннее;
 - д) тавровое соединение с криволинейным скосом одной кромки двустороннее;
 - е) тавровое соединение без скоса кромок одностороннее;
 - ж) нахлесточное соединение одностороннее.

Задание 8.2

Проверка степени усвоения материала**Вариант I**

1. Заполните таблицу.

Таблица (начало)

№	Обозначение сварного соединения	Описание сварного шва
1	C 2	
2	C 12	
3	C 27	

Таблица (продолжение)

4	У5	
5	У9	
6	Т3	
7	Т8	
8	Н2	

2. Нарисовать указанные в таблице соединения:

1, 2, 3, ... 8.

3. Найдите в ГОСТ 5264-80 обозначение соединения, соответствующее следующему описанию:

1, 2, 3, ... 8.

Вариант II

1. Заполните таблицу.

№	Обозначение сварного соединения	Описание сварного шва
1	С3	
2	С15	
3	С17	
4	У6	
5	У8	
6	Т6	
7	Т7	
8	Т9	

2. Нарисовать указанные в таблице соединения:

1, 2, 3, ... 8.

3. Найдите в ГОСТ 5264-80 обозначение соединения соответствующее следующему описанию: 1, 2, 3, ... 8.

Тема **9** **Конструктивные элементы сварных швов и соединений**

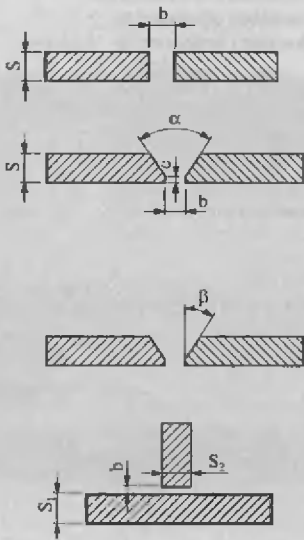
Учебный материал 9

К конструктивным элементам сварных швов и соединений относятся размеры кромок под сварку и размеры сварного шва. Кромками называются соединяемые края деталей при сварке.

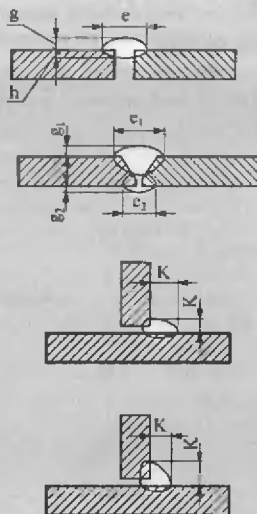
Размеры подготовленных кромок сва-

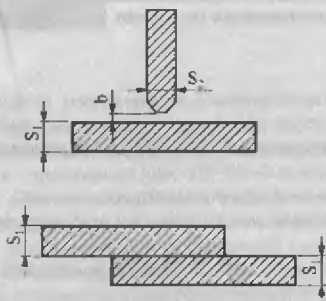
риваемых деталей и размеры сварного шва регламентируются в зависимости от условного обозначения соединения и толщины металла в соответствии с ГОСТом на сварные соединения различных способов сварки.

Размеры подготовленных кромок свариваемых деталей

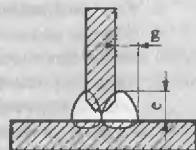
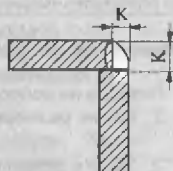


Размеры сварных швов





- S — толщина металла;
 b — зазор;
 c — притупление;
 α — угол разделки кромок;
 β — угол скоса;
 e — ширина шва;
 g — усиление;
 h — глубина проплавления (провара);
 K — катет шва.



Определения размеров.

Зазор — расстояние между кромками.

Притупление — нескошенная часть торца кромки.

Угол разделки кромок — угол между скошенными кромками свариваемых частей.

Угол скоса кромки — острый угол между плоскостью скоса кромки и торцом.

Ширина шва — расстояние между видимыми линиями сплавления на лицевой стороне шва.

Усиление стыкового шва — часть металла стыкового шва, возвышающаяся над поверхностью свариваемых частей.

Усиление углового шва — часть металла, образующая выпуклость углового шва.

Глубина проплавления — наибольшая глубина расплавления основного металла в сечении шва.

Катет шва — кратчайшее расстояние от поверхности одной из свариваемых частей до границы углового шва на поверхности другой свариваемой части.

Конструктивные элементы сварных соединений в справочной литературе называются **геометрическими параметрами**.

Размеры S и K указаны на чертежах сварных конструкций. Глубина провара h обычно равна толщине металла S . Остальные размеры даны в соответствующих ГОСТах. Для ручной дуговой сварки это ГОСТ 5264-80.

Закрепляющий материал

Ответьте на вопросы.

1. Какие размеры относятся к конструктивным элементам сварного шва?
2. От чего зависят размеры подготовленных кромок деталей и сварного шва?
3. Какими размерами характеризуется шов стыкового соединения?
4. Какими размерами характеризуется шов таврового и углового соединений без скоса кромок?
5. Какими размерами характеризуется шов таврового соединения со скосом кромок?
6. Какими размерами характеризуется шов нахлесточного соединения?
7. Как называются размеры кромок стыкового соединения без скоса кромок?
8. Как называются размеры кромок стыкового соединения со скосом кромок?

Задание 9.2

Проверка степени усвоения материала

1. Ответьте на вопросы с помощью рис. 27.

- а. На рис. 27 а назовите соединение и размеры подготовленных кромок и шва.
- б. На рис. 27 б назовите все размеры подготовленных кромок под сварку стыкового соединения.
- в. Что обозначают размеры на рис. 27 в.
- г. Чему равен зазор на рис. 27 г.

2. Найдите указанные на рис. 27 а, б, в, г размеры подготовленных кромок свариваемых деталей и сварного шва.

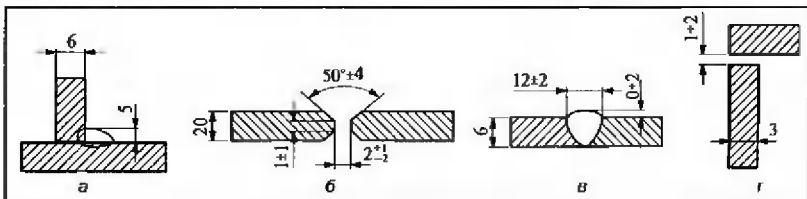


Рис. 27

Обозначение сварных швов на чертежах

Тема
10

Учебный материал 10

На чертежах место видимого шва изображают сплошной линией (рис. 28), а невидимого — пунктирной (рис. 29). Обозначение шва отмечается выноской, состоящей из наклонной линии и полки. Наклонная линия заканчивается односторонней стрелкой на месте шва.

Характеристика шва проставляется над полкой, если шов видимый, или под полкой, когда указана обратная сторона шва. Полная характеристика шва состоит из следующих шести элементов (рис. 30):

Элементы на рис. 30 обозначают следующее:

1. ГОСТ на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений. Например:
ГОСТ 5264-80 — ручная дуговая сварка;
ГОСТ 14771-76 — дуговая сварка в защитном газе;
ГОСТ 8713-73 — автоматическая и полуавтоматическая сварка под флюсом.

2. Буквенно-цифровое обозначение сварного соединения:

- С — стыковое;
- У — угловое;
- Т — тавровое;
- Н — нахлесточное.

3. Условное обозначение способа сварки (при ручной дуговой сварке не указывается):

- П — полуавтоматическая сварка;

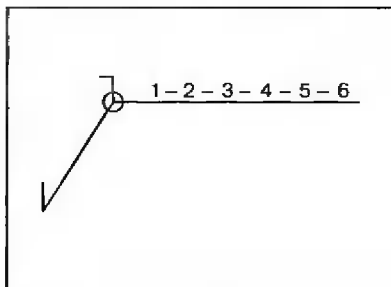


Рис. 30

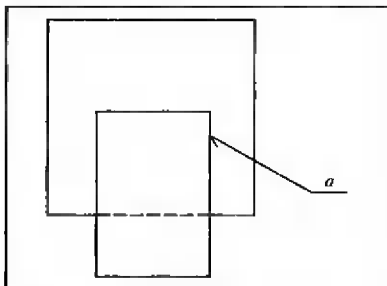


Рис. 28

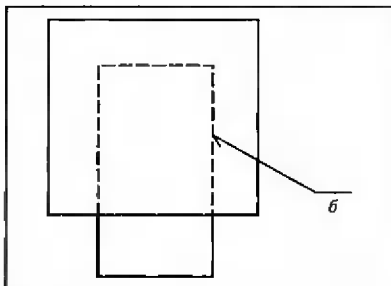


Рис. 29

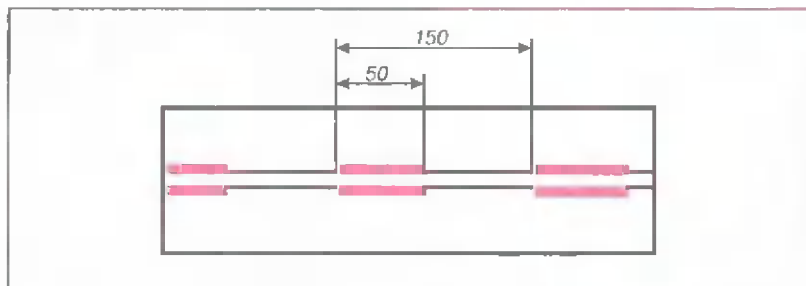


Рис. 31

- А — автоматическая сварка;
- У — сварка в углекислом газе;
- И — сварка в инертном газе;
- Г — газовая сварка;
- К — контактная сварка.

4. Размер катета шва для угловых, нахлесточных, тавровых соединений. Например: $\Delta 5$ — катет шва 5 мм.

5. Длина привариваемого участка и знака, обозначающего цепной или шахматный шов. Например: 50/150 — шов цепной, длина шва 50 мм, шаг 150 мм (рис. 31); 50/150 — шов шахматный, длина шва 50 мм, шаг 150 мм.

6. Вспомогательные знаки:

- Г — монтажный шов (сварной шов, производимый при установке конструкции или узла на свое место);
- — шов по замкнутому контуру;
- --- шов по незамкнутому контуру;
- ⊖ — шов со снятым усилием;
- ш — шов, имеющий местную обработку в переходах к основному металлу.

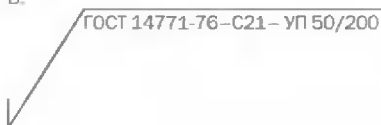
Примеры условного обозначения сварных швов:

А.



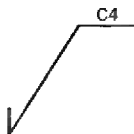
ГОСТ 5264-80 — ручная дуговая сварка.
 Т1 — соединение тавровое без скоса кромок, шов односторонний.
 $\Delta 5$ — катет шва 5 мм.
 ○ — шов выполнен по замкнутому контуру.

Б.



Дуговая сварка в защитном газе. Соединение стыковое с X-образным скосом двух кромок. Шов двусторонний, выполнен полуавтоматической сваркой в среде углекислого газа. Шов прерывистый, цепной. Длина привариваемого участка 50 мм, шаг 200 мм.

В.



Стыковое соединение без скоса кромок. Шов односторонний. Способ сварки указан на чертеже в технических требованиях. Обозначение шва упрощенное.

Задание 10.1.

Закрепляющий материал

Расшифровать условные обозначения сварных швов:

а)

ГОСТ 5264-80-С4 Ω

б)

ГОСТ 5264-80-Т3-Δ4

в)

ГОСТ 5264-80-У4-Δ6-50 Z 150

г)

H2-Δ3

Задание 10.2

Проверка степени усвоения материала

Нарисуйте условное обозначение следующих сварных швов.

1. Стыковое соединение одностороннее со съёмной подкладкой, выполненное ручной дуговой сваркой. Усиление шва снять.
2. Стыковое соединение со скосом одной кромки двустороннее, выполненное на монтаже ручной дуговой сваркой.
3. Угловое соединение невидимое, без скоса кромок, двустороннее, выполненное ручной дуговой сваркой. Катет шва 5 мм.
4. Тавровое соединение без скоса кромок одностороннее, выполненное по замкнутому контуру ручной дуговой сваркой. Катет шва 3 мм.
5. Налесточное соединение одностороннее, прерывистое цепное, длина шва 60 мм, шаг 200 мм, выполненное ручной дуговой сваркой. Катет шва 4 мм.

Результат 3

**Характеризовать процессы,
происходящие в сварочной дуге,
в соответствии с законами физики**

11. Образование сварочной дуги
12. Строение сварочной дуги
13. Классификация сварочных дуг
14. Статическая вольт-амперная характеристика дуги
15. Перенос расплавленного металла через дуговое пространство
16. Влияние магнитных полей и ферромагнитных масс на сварочную дугу

Результат 3

Характеризовать процессы, происходящие в сварочной дуге, в соответствии с законами физики

Тема 11 Образование сварочной дуги

Учебный материал 11

Сварочная дуга является концентрированным источником тепла, необходимым для расплавления основного и присадочного металла.

Расстояние между электродом и металлом заполнено нейтральными атомами воздуха. Воздух при нормальных условиях не проводит электрический ток. Проводимость любого материала зависит от количества находящихся в нем свободных частиц — электронов и ионов. Электроны, положительные и отрицательные ионы в газах возникают при воздействии на них тепла, электрического поля, ультрафиолетовых лучей и т. д. Процесс образования электронов и ионов называется **ионизацией**. Прохождение электрического тока через газы называется **электрическим газовым разрядом**.

При соприкосновении торца электрода с металлом происходит короткое замыкание. Торцы электрода сильно нагреваются за счет теплоты, которая выделяется при прохождении электрического тока через контакт, имеющий большое сопротивление. В момент отрыва электрода с его торца начинают отрываться электроны (это явление

называется **термоэлектронной эмиссией**). Электроны, двигаясь со скоростью света к противоположному полюсу через воздушный промежуток (рис. 32), сталкиваются с атомами воздуха и разбивают их на положительные и отрицательные ионы. При этом выделяется большое количество тепла и лучистой энергии — ультрафиолетовых лучей. Температура дуги достигает 6000—8000°С. Образовавшиеся положительные и отрицательные частицы движутся к противоположным полюсам. Часть положительных ионов достигает катодного пятна, а другая часть не достигает и, присоединяя к себе электроны, становится атомами (процесс образования нейтральных атомов называется **рекомбинацией**).

Таким образом, воздушный промежуток между торцом электрода и металлом заполняется заряженными частицами и начинает проводить сварочный ток, т. е. образуется дуга. Процесс возникновения дуги длится всего доли секунды.

Сварочной дугой называется мощный устойчивый электрический разряд в ионизированной газовой среде, образованной

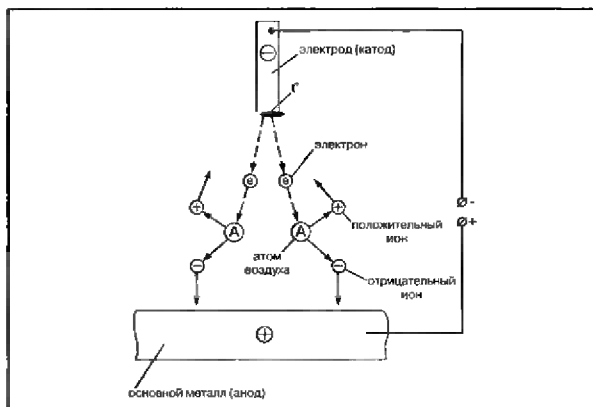


Рис. 32

между электродом и изделием (или между двумя электродами).

Необходимыми условиями для устойчивого горения дуги являются:

1. Наличие источника питания дуги, который позволяет быстро нагреть катод до температуры, необходимой для выхода электронов. Для этого источник питания должен иметь напряжение, необходимое для зажигания дуги 60—80 В (напряжение холостого хода).

2. Наличие необходимой степени ионизации в промежутке между электродом и металлом. Для повышения степени ионизации в состав покрытия электрода вводят легкоионизирующие вещества, например натрий, кальций.

Дуга, горящая без обрывов, называется **стабильной**. Стабильность горения дуги зависит от ряда причин: от длины дуги, рода тока, напряжения холостого хода, состава обмазки и т. д.

Задание 11.1.

Закрепляющий материал

Ответьте на вопросы.

1. Какие условия необходимы для зажигания дуги?
2. Что происходит в воздушном промежутке между электродом и металлом после касания электрода о металл?
3. Почему дуга имеет такую высокую температуру?
4. Какая дуга называется стабильной?
5. От чего зависит стабильность горения дуги?
6. Как повысить степень ионизации дугового промежутка?

Задание 11.2

Проверка степени усвоения материала

Ответьте на вопросы.

1. Чему равна температура дуги?
2. Вставьте пропущенные слова в текст:
Сварочной дугой называется мощный ... электрический ... в ... газовой среде, образованной между ... и изделием (или двумя электродами).
3. Опишите процесс образования дуги, начиная с момента касания электрода о металл.
4. Подумайте, можно ли возбудить дугу, не касаясь концом электрода о металл? Если да, то каким образом?
5. Зачем в обмазку электрода добавляют натрий?

Тема **12** **Строение сварочной дуги**

Учебный материал 12

Сварочная дуга состоит из трех основных зон: катодной (1), анодной (2) и столба дуги (3) (рис. 33). В процессе горения дуги на электроде и металле образуются наиболее нагретые участки. Участок на катоде

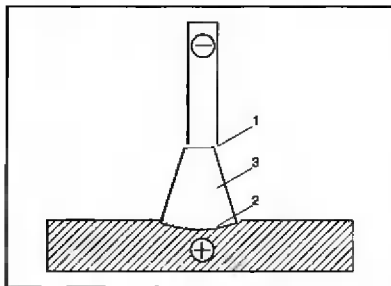


Рис. 33

называется катодным пятном, а на аноде — анодным пятном. Каждая зона характеризуется определенными процессами, имеет свою температуру, длину.

Катодное пятно является источником излучения электронов. Температура катода равна 3200°C и близка к температуре кипения материала электрода (для железа — 3500°C). В катодном пятне выделяется около 36% общего количества теплоты дуги, а падение напряжения на нем составляет $10\div 16$ В. Длина катодной зоны равна 10^{-4} мм.

Столб дуги имеет температуру $6000\text{—}8000^{\circ}\text{C}$. В нем имеются движущиеся электроны, положительные и отрицательные ионы. В столбе дуги выделяется около 21% общего количества теплоты дуги. Падение напряжения составляет пример-

но 2—12 В. Длина столба дуги зависит от диаметра электрода и определяется по формуле: $L_d = (0,5 \div 1,1)d_e$. Обычно она равна 2—3 мм. Максимально возможная длина дуги, при увеличении которой произойдет ее обрыв, называется **предельной**. Она равна: $L_{пр.} = (1,1 \div 1,3)d_e$.

Анодное пятно представляет собой место входа электронов. Оно имеет

температуру чуть больше катодного пятна, равную 3900°C, так как при ударе электронов на аноде выделяется больше тепла, чем при отрыве электронов на катоде. Таким образом, на аноде выделяется около 43% общего количества теплоты дуги. Длина анодной зоны равна 10^{-3} мм. Падение напряжения на аноде составляет 6—8 В.

Задание 12.1

Закрепляющий материал

1. Заполните таблицу.

Характеристика зон дуги

Характеристика зоны дуги	Катодная зона	Столб дуги	Анодная зона
Температура			
Состав (элементарные частицы)			
Длина			
Падение напряжения			
Количество тепла, выделяемое в зоне			

2. Ответьте на вопросы.

- Чему равно суммарное падение напряжения на дуге?
- Чему равна суммарная длина дуги?

Задание 12.2

Проверка степени усвоения материала

Ответьте на вопросы.

- Из каких частей состоит дуга?
- Чему равна температура на конце электрода и на поверхности металла при горении дуги на рис. 34?

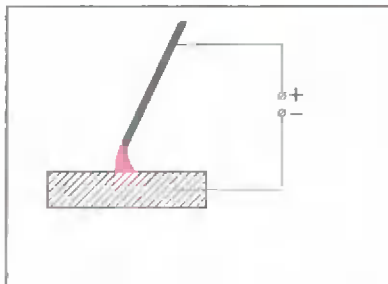


Рис. 34

3. Чему равна рабочая длина дуги, если диаметр электрода 5 мм.
4. Объясните, что произойдет с дугой, если расстояние от конца электрода диаметром 4 мм до металла составляет 7 мм.
5. Почему анодное пятно имеет более высокую температуру, чем катодное?

Тема 13 Классификация сварочных дуг

Учебный материал 13

В зависимости от того, в какой среде происходит дуговой разряд, различают:

1. **Открытую дугу**, горящую в воздухе (в состав газовой среды зоны дуги входят воздух, пары электрода, электродного покрытия и свариваемого металла).

2. **Закрытую дугу**, горящую под флюсом (в состав газовой среды зоны дуги входят пары основного металла, проволоки и флюса).

3. **Дугу, горящую в среде защитных газов** (в состав газовой среды зоны дуги входят пары основного металла, проволоки и защитный газ).

Сварочная дуга классифицируется по роду тока (постоянный, переменный) и по длительности горения (стационарная, им-

пульсная). При сварке дугой переменного тока частотой 50 Гц (промышленная частота) катодное и анодное пятна меняются 100 раз в секунду. Устойчивость горения дуги ниже, чем на постоянном токе. Это объясняется тем, что в процессе перехода через нуль и изменения полярности дуга угасает. В момент угасания дуги снижается температура столба, катодного и анодного пятен, и, следовательно, уменьшается ионизация дугового промежутка. Чем стабильнее горит дуга, тем выше качество сварного соединения.

При применении постоянного тока различают дугу *прямой* (минус на электроде) и *обратной* (плюс на электроде) *полярности*.

2. Ответьте на вопросы.

- а. Какой состав имеет газовая среда в зоне дуги при ручной дуговой сварке плавящимся электродом с обмазкой и неплавящимся электродом?
- б. Какая дуга и почему горит стабильнее: дуга переменного или постоянного тока?
- в. Что называется прямой полярностью?
- г. Почему при обратной полярности дуга зажигается быстрее?
- д. Какая дуга называется прямой, обратной и комбинированной?

Задание 13.2

Проверка степени усвоения материала

Технический диктант

Вставьте пропущенные слова в предложения.

1. Дуга, горящая между двумя электродами, называется
2. Если минус на металле, то полярность
3. Стабильное горение дуги наблюдается при ... токе.
4. Дуга, горящая под флюсом, называется
5. Дуга, горящая в воздухе, называется
6. Если дуга горит между двумя электродами и металлом одновременно, то такая дуга называется
7. При сварке дугой переменного тока катодное и анодное пятна меняются местами ... раз в секунду.
8. При обратной полярности дуга зажигается
9. Если дуга горит в газовой среде, состоящей из воздуха, паров электрода, обмазки и основного металла, то такая дуга называется
10. Дуга может возбуждаться между плавящимся и ... электродами.

Тема

14

Статическая вольт-амперная характеристика дуги

Учебный материал 14

Процессы, происходящие в сварочной дуге, имеют свое графическое отображение в виде вольт-амперной характеристики дуги. Зависимость напряжения на дуге от величины сварочного тока называется **статической вольт-амперной характеристикой дуги** (рис. 36).

Дуга является гибким проводником элек-

трического тока, и ее надо рассматривать как вид нагрузки электрической цепи, которая подчиняется закону Ома.

На рис. 36 выделены три участка вольт-амперной характеристики дуги.

1. Падающая характеристика. При увеличении силы тока до 80 А напряжение на дуге падает. В момент зажигания площадь

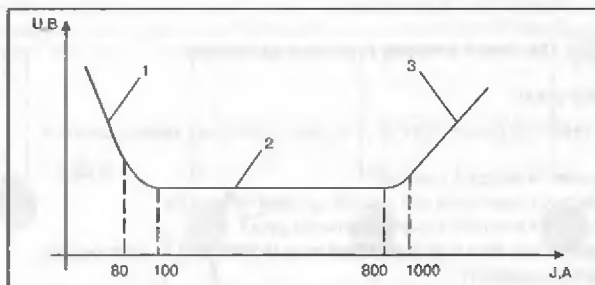


Рис. 36

поперечного сечения дуги очень быстро возрастает (быстрее, чем растет сила тока), следовательно, растет проводимость дуги и напряжение падает. Такая характеристика типична для ручной дуговой сварки.

2. Жесткая характеристика. При увеличении силы тока от 100 до 800 А степень ионизации возрастает. Увеличение силы тока и проводимости дуги происходит пропорционально, следовательно, напряже-

ние не изменяется. Такая характеристика типична для автоматической сварки.

3. Возрастающая характеристика. При увеличении силы тока от 1000 А произошла полная ионизация дугового промежутка, поэтому сопротивление не меняется. А при увеличении силы тока напряжение будет возрастать. Такая характеристика присуща полуавтоматической сварке в среде защитных газов.

Задание 14.1

Закрепляющий материал

1. Ответьте на вопросы.

- а. Что называется вольт-амперной характеристикой дуги?
- б. Из каких участков состоит вольт-амперная характеристика дуги?

2. Заполните таблицу.

Номер участка характеристики дуги	Название характеристики	Описание процессов, происходящих на участке этой характеристики	Вид сварки, для которого типична данная характеристика

Задание 14.2

Проверка степени усвоения материала

Ответьте на вопросы.

1. Сколько участков имеет статическая вольт-амперная характеристика дуги?
2. Как называется каждый участок?
3. Какой участок характерен для ручной дуговой сварки?
4. Что называется жесткой характеристикой дуги?
5. Почему при очень больших значениях тока (более 800 А) напряжение на дуге увеличивается?

Перенос расплавленного металла через дуговое пространство

Тема
15

Учебный материал 15

Дуга расплавляет электрод достаточно быстро, приблизительное время плавления электрода 3 мин. Расплавленный электродный металл переходит в сварочную ванну в виде отдельных капель. Количество капель зависит от диаметра электрода и силы тока. Возможен крупнокапельный и мелкокапельный (струйный) перенос металла.

В зависимости от типа переноса металла изменяется производительность труда, характер формирования шва и качество сварного соединения, поэтому сварщик должен знать условия, при которых достигается нужный перенос электродного металла. При сварке плавящимися электродами с обмазкой перенос осуществляется в основном крупными каплями (рис. 37а).

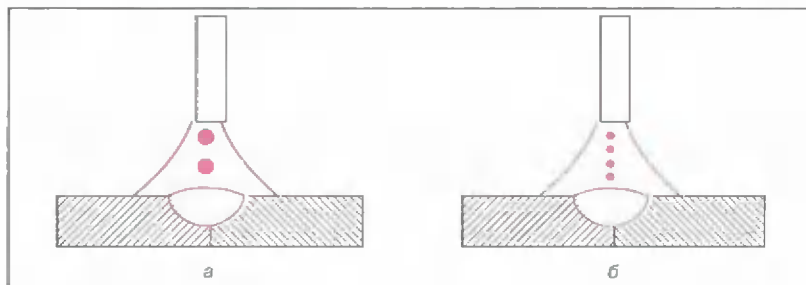


Рис. 37

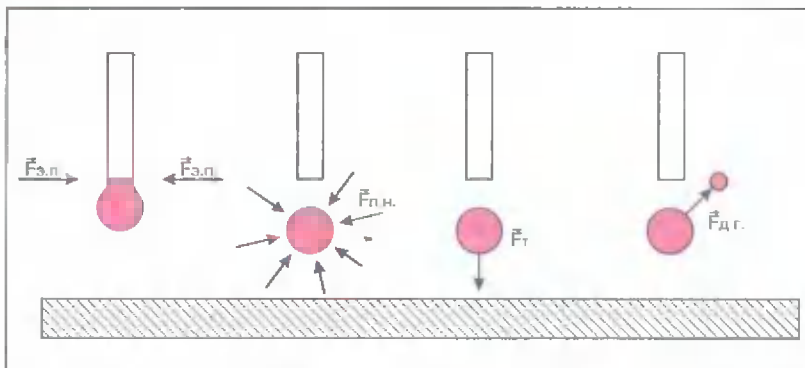


Рис. 38

Образование одинаковых капель с одинаковой частотой их переноса при сварке покрытыми электродами практически невозможно. Большую стабильность переноса электродного металла дает струйный перенос мелкими каплями (рис. 37б). Уменьшение тока при сохранении длины дуги приводит к увеличению объема капли. При этом уменьшается частота переноса, что снижает количество переносимого металла в единицу времени. И наоборот, чем больше ток, тем меньше капля и больше частота переноса. Таким образом, для увеличения производительности труда и улучшения процесса формирования шва необходимо при уменьшении тока уменьшать длину дуги.

Во время переноса на каплю металла действуют различные силы (рис. 38). Под действием силы тяжести F_T капля перемещается вниз. Во время сварки в нижнем положении сила тяжести играет положительную роль при переносе капли электродного металла в сварочную ванну, а при сварке в вертикальном и особенно в потолочном положениях она

препятствует процессу переноса капли на металл.

Внутри крупной капли находятся газы. Под действием внутреннего давления газов $F_{д.г.}$ капля разрывается и образуются мелкие капли и брызги. 10% электродного металла теряется на брызги и пары. Сила поверхностного натяжения $F_{п.н.}$ придает капле расплавленного металла форму шара и сохраняет эту форму до момента ее соприкосновения с поверхностью расплавленной ванны. Сила поверхностного натяжения способствует удержанию жидкого металла ванны при сварке в потолочном положении.

Действие силы электромагнитного поля $F_{эл.п.}$ заключается в том, что вокруг электрода при прохождении по нему тока образуется магнитное поле. С увеличением количества расплавленного металла на конце электрода под действием магнитных сил образуется перешеек. По мере уменьшения сечения перешейка плотность тока возрастает, магнитные силы увеличиваются и усиливают свое сжимающее действие, стремясь оторвать каплю от электрода.

Задание 15.1.

Закрепляющий материал

1. Ответьте на вопросы.
 - а. Какие типы переноса электродного металла вы знаете?
 - б. На что влияет тип переноса электродного металла?
 - в. Как повысить стабильность переноса, увеличить производительность труда и улучшить процесс формирования шва?
2. Заполните таблицу:

№	Название силы, действующей на каплю электродного металла	Влияние силы на каплю электродного металла при ее переносе

Задание 15.2

Проверка степени усвоения материала

Ответьте на вопросы.

1. Как называется тип переноса при ручной дуговой сварке?
2. Почему при уменьшении тока необходимо уменьшать длину дуги?
3. Какие силы действуют на каплю электродного металла при ее переносе?
4. Какие силы стремятся оторвать каплю от электрода?
5. Какие силы придадут капле форму шара?

Влияние магнитных полей и ферромагнитных масс на сварочную дугу

Тема
16

Учебный материал 16

Сварочная дуга является проводником электрического тока, который в отличие от обычного проводника может изменять свою форму и направление. Если во время сварки дуга начнет перемещаться, то это повлияет на внешний вид и качество

сварного соединения. Сварщику необходимо знать причины отклонения дуги и способы устранения.

Вокруг сварочной дуги образуется магнитное поле, как и вокруг любого проводника, по которому идет ток. Это

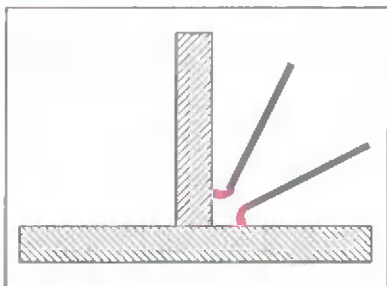


Рис. 39

собственное магнитное поле взаимодействует с посторонними магнитными полями, а также с намагничивающимися (ферромагнитными) металлами. В результате наблюдается отклонение дуги от первоначальной собственной оси. Это явление называется **магнитным дутьем**. Многие сварщики наблюдали это явление в своей практике. Например, при сварке таврового соединения дуга отклоняется в сторону ближайшей детали (рис. 39).

Если ток к основному металлу подводится сбоку (рис. 40), то дуга отклоняется в

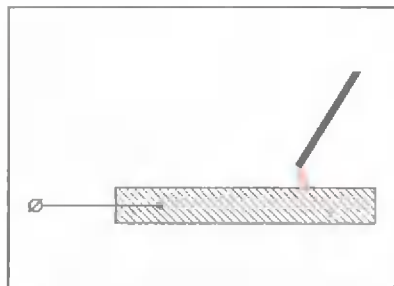


Рис. 40

сторону, противоположную токопроводу.

Массивные ферромагнитные массы притягивают дугу (рис. 41).

Чтобы уменьшить магнитное дутье, сварку следует выполнять короткой дугой, изменить угол наклона электрода, изменить место токоподвода (подключить обратный провод как можно ближе к месту сварки), устранить ферромагнитные материалы или временно разместить симметрично расположенные детали. При переменном токе магнитное дутье не наблюдается.

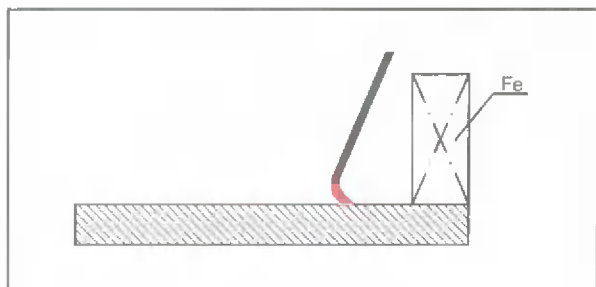


Рис. 41

Задание 16.1.

Закрепляющий материал

1. Ответьте на вопросы.

- а. Что называется магнитным дутьем и как оно влияет на сварное соединение?
- б. На каком токе магнитное дутье не наблюдается?

2. Заполните таблицу.

№	Причины появления магнитного дутья	Способы устранения магнитного дутья	Рисунок способа устранения
1	Отклонение дуги в сторону ближайшей детали (рис. 39)		
2	Отклонение дуги в сторону, противоположную токопроводу (рис. 40)		
3	Притягивание дуги ферромагнитными массами (рис. 41)		

Задание 16.2

Проверка степени усвоения материала

1. Вставьте пропущенные слова в предложение:

Отклонение дуги от называется магнитным

2. Почему сварщику так важно знать влияние магнитного дутья?

3. Назовите способы устранения магнитного дутья и объясните сущность каждого способа.

Результат 4

Объяснять физико-химические процессы при сварке плавлением в соответствии с законами физики и химии

17. Физико-химические процессы, протекающие в сварочной ванне
18. Особенности металлургических процессов при сварке
19. Кристаллизация металла шва и строение сварного соединения

Результат 4

Объяснять физико-химические процессы при сварке плавлением в соответствии с законами физики и химии

Тема
17

Физико-химические процессы, протекающие в сварочной ванне

Учебный материал 17

Физические

Процессы, которые изменяют физические свойства, не изменяя строения и химических свойств вещества; к ним относятся: электрические, тепловые, механические, кристаллизация сварочной ванны и т. д.

Химические

Процессы, которые изменяют строение вещества, в результате чего получаются новые вещества с новыми химическими и физическими свойствами.

Сварочной ванной называется часть сварного шва, находящаяся при сварке в жидком состоянии.

Металл сварочной ванны взаимодействует с различными элементами, находящимися в воздухе, воде, ржавчине, окалине кромок основного металла. В результате происходят следующие химические процессы.

Взаимодействие с кислородом (реакция окисления)

Кислород попадает в зону сварки из воздуха, воды на кромках, влаги электродного покрытия, а также из неочищенных от ржавчины кромок. Он взаимодействует с жидкой ванной металла, окисляет железо и элементы, содержащиеся в стали.

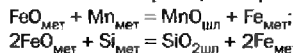
Кислород с железом образует три ок-

сида железа: FeO , Fe_3O_4 и Fe_2O_3 . Из трех оксидов растворим в железе только FeO . Остальные оксиды нерастворимы и практически не влияют на свойства шва. Оксид FeO обрезают в сварном шве поры, что приводит к уменьшению прочности шва.

Удаление кислорода из металла шва

Процесс удаления кислорода из металла шва называется **раскислением**. Раскисление металла при сварке производится элементами, которые более активно, чем железо, взаимодействуют с кислородом. К таким элементам относятся: марганец, кремний, титан, алюминий и некоторые другие. Раскислители вводятся в сварочную ванну из электродных покрытий, электродной проволоки и флюсов.

Раскисление марганцем и кремнием:



Закись марганца (MnO) и двуокись кремния (SiO_2) плохо растворяются в железе. Они всплывают на поверхность сварочной ванны и переходят в шлак.

Для предотвращения попадания кислорода в сварочную ванну необходимо:

- перед сваркой очистить кромки металла от ржавчины, влаги и других загрязнений;
- перед сваркой прокалить электроды;
- обеспечить хорошую защиту сварочной ванны. Защита сварочной ванны при различных способах сварки осуществляется с помощью покрытия электрода, защитного газа или флюса.

Взаимодействие с азотом

Азот в зону сварки попадает из воздуха. Под действием высокой температуры он частично переходит в атомарное состояние, хорошо растворяясь в жидком металле. При охлаждении сварного шва образует с железом и другими элементами химические соединения — нитриды:

Fe_2N , Fe_4N и др. Нитриды, располагаясь в металле шва в виде тонких игл, повышают его прочность и твердость, но резко снижают пластичность. В результате металл шва становится хрупким, и в нем могут образовываться трещины и даже поры, если при затвердевании металла пузырьки азота не успели выйти. Для уменьшения попадания азота в шов необходимо производить сварку самой короткой дугой и обеспечить хорошую защиту дуги от воздействия воздуха.

Взаимодействие с водородом

Водород попадает в зону сварки из атмосферной влаги, влаги, содержащейся в электродных покрытиях, а также из воды, ржавчины и других загрязнений, находящихся на кромках свариваемого металла.

При высокой температуре сварочной дуги молекулярный водород диссоциирует на атомарный. Водород не образует химических соединений с железом, но хорошо растворяется в жидком металле и выделяется из металла при его затвердевании, образуя в шве поры, что способствует возникновению микроскопических трещин.

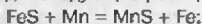
Для предотвращения попадания водорода в сварочную ванну необходимо:

- 1) перед сваркой очищать кромки металла и электродную проволоку от влаги, ржавчины и других загрязнений;
- 2) перед сваркой прокалывать электроды;
- 3) обеспечить хорошую защиту сварочной ванны.

Удаление серы и фосфора

Сера и фосфор являются вредными примесями стали. Они загрязняют основной металл и сварочную проволоку. При содержании серы выше допустимых пределов значительно снижаются механические свойства и появляются горячие трещи-

ны в металле шва (красноломкость). Для уменьшения содержания серы в металле шва и удаления сульфида FeS в покрытие электрода вводят компоненты, такие, как марганец, кремний, которые, соединяясь с серой, переходят в шлак. При этом происходят следующие реакции:



Образовавшиеся в результате реакции сернистые соединения MnS нерастворимы в жидком металле и полностью переходят в шлак.

Фосфор, как и сера, попадает в шов из основного металла, сварочной проволоки и электродного покрытия. При увеличении содержания фосфора в металле снижаются его механические свойства, повышается хрупкость металла и появляются холодные трещины (хладноломкость). Фосфор

находится в стали в виде фосфитов железа Fe_3P , Fe_2P . Удаление фосфора из металла производится с помощью компонентов покрытия, которые выводят фосфор на поверхность и удаляются со шлаком. Реакции по удалению S и P из сварного шва называются **рафинированием**.

Легированием называется процесс введения в металл шва дополнительных элементов, улучшающих его свойства, а также для придания сварному шву особых свойств (повышенной прочности, твердости, жаростойкости, коррозионной стойкости и др.).

Легирующие элементы: медь, никель, кобальт, вольфрам, молибден, хром, марганец, ванадий, кремний, титан, алюминий и другие предварительно вводятся в электродную проволоку, электродные покрытия.

Задание 17.1

Закрепляющий материал

- Сформулируйте определения:
 - Физические процессы — это ...
 - Химические процессы — это ...
- Перечислите химические процессы, происходящие в сварочной ванне.
- Заполните таблицу.

Химические процессы в сварочной ванне

Элемент	Способы поладания элемента в сварочную ванну	Что образуется в результате	К чему приводит взаимодействие элемента с металлом шва	Способы борьбы с элементом
Кислород				
Азот				
Водород				
Сера				
Фосфор				

4. Ответьте на вопросы.

- а. Что называется раскислением сварного шва?
- б. Что называется легированием сварного шва?
- в. Что называется рафинированием сварного шва?
- г. Чем красноломкость отличается от хладноломкости?

Задание 17.2

Проверка степени усвоения материала

1. Найдите в таблице соответствие между химическим элементом и методом борьбы с ним.

№	Название элемента	Описание методов борьбы
1	Кислород	Зачистить свариваемые кромки от ржавчины, влаги, окислы, загрязнений
2	Водород	Прокалить электроды перед сваркой
3	Азот	Ввести в электродное покрытие марганец и кремний
4	Сера	Удаление элементов с помощью рафинирования
5	Фосфор	Хорошая защита сварочной ванны от окружающего воздуха

2. Закончите предложения:

- а. Процесс удаления кислорода из металла шва называется ...
- б. Взаимодействие кислорода с металлом называется ...
- в. Реакция удаления S и P из металла шва называется ...
- г. Повышение прочности, твердости, коррозионной стойкости металла шва называется ...

Тема
18 Особенности
металлургических
процессов при сварке

Учебный материал 18

Металлургические процессы при сварке — это процессы взаимодействия жидкого металла с газами и сварочными шлаками, а также затвердевающего металла с жидким и кристаллизующимся шлаком. Эти процессы протекают в период плавления электрода, перехода капли жидкого металла через дуговой промежуток и в самой сварочной ванне.

Сварочный процесс в отличие от металлургических процессов, протекающих в обычных сталеплавильных печах, характеризуется следующими особенностями:

- малым объемом сварочной ванны и быстрой скоростью ее охлаждения, в результате чего не все начатые реакции протекают до конца, т. е. не успевают закончиться. Кроме того, создаются препятствия для полного удаления из металла шва различных окислов, неметаллических включений и газов, которые из-за быстрого за-

твердевания металла шва могут не успеть всплыть на поверхность сварочной ванны;

- активным взаимодействием расплавленного металла с окружающей газовой средой и шлаками, нагретыми до высокой температуры;
- высокой температурой сварочной дуги и металла сварочной ванны (в сталеплавильных печах температура меньше в 3 раза), в результате чего происходит диссоциация газов, т. е. распад молекул кислорода, азота, водорода на атомы. Находясь в атомарном состоянии, указанные газы более активно реагируют с металлом шва, резко ухудшая его качество.

В результате металлургических процессов могут происходить реакции окисления, раскисление шва, легирование шва, а также насыщение шва газами и удаление из него азота, водорода, серы и фосфора.

Задание 18.1

Закрепляющий материал

1. Ответьте на вопросы.

- а. Что называется металлургическими процессами при сварке?
- б. Когда протекают металлургические процессы?
- в. Какие реакции протекают во время металлургических процессов?

2. Заполните таблицу.

Сравнение металлургических процессов в сварочной ванне и в сталеплавильных печах

№	Вопрос	В сталеплавильных печах	В сварочной ванне
1	Каков объем расплавляемого металла?		
2	Какова скорость охлаждения расплавляемого металла?		
3	Успевают ли закончиться реакции в металле?		
4	Успевают ли выйти из расплавленного металла различные окислы, неметаллические включения, газы?		
5	Как происходит взаимодействие расплавленного металла с газами, шлаками?		
6	Какая температура действует на расплавленный металл?		
7	Каково количество полученного металла?		

Задание 18.2

Проверка степени усвоения материала

Вставьте пропущенные слова в данный текст.

Сварочный процесс характеризуется следующими особенностями:

1. ... объемом сварочной ванны и ... скоростью ее охлаждения, в результате чего химические реакции ... успевают закончиться.
2. Создаются препятствия для полного удаления из металла шва различных окислов, неметаллических включений и газов, которые из-за быстрого затвердевания металла шва могут ... всплывать на поверхность сварочной ванны.
3. ... температурой сварочной дуги и металла сварочной ванны, в результате чего происходит диссоциация газов, т. е. ... молекул кислорода, азота, водорода на атомы.
4. Указанные газы более активно реагируют с металлом шва, резко ... его качество.

Тема
19Кристаллизация металла
шва и строение сварного
соединения

Учебный материал 19

Кристаллизацией называется процесс образования зерен из расплавленного металла при переходе его из жидкого состояния в твердое. Процесс кристаллизации происходит в сварочной ванне, которая представляет собой объем расплавленного металла, перемещающийся вместе со сварочной дугой вдоль шва со скоростью сварки (рис. 42). Глубина ванны зависит от скорости сварки и силы тока: возрастает с уменьшением скорости и увеличением силы тока. Размеры ванны приблизительно следующие:

- при ручной дуговой сварке — длина $20 \div 30$ мм, глубина $2 \div 4$ мм;
- при сварке под флюсом — длина $80 \div 120$ мм, глубина $18 \div 20$ мм.

Жидкий металл находится в постоянном движении и перемешивании. Он откладывается отдельными порциями, и давление дуги периодически меняется, поэтому при затвердевании металла шва на его поверхности образуются волны (чешуйки). Время, в течение которого ванна находится

в жидком состоянии, зависит от способа и скорости сварки. Например, при ручной дуговой сварке это время составляет от 7 до 24 с. По линии АВ сварочной ванны протекает процесс плавления, а по линии ВГА — кристаллизация шва.

Кристаллизация начинается по линии сплавления основного металла и шва. Кристаллы растут в сторону толщи металла шва. В результате металл шва получает зернистую структуру, а зерна напоминают многогранники, вытянутые в одном направлении. Чем выше скорость охлаждения, тем меньше зерна. Находящиеся в жидком металле примеси серы и фосфора имеют более низкую температуру затвердевания, поэтому располагаются по границам зерен, ухудшая их сцепление между собой, снижая прочность и пластичность шва. При широких швах неметаллические включения легко выходят наверх в шлак (рис. 43), а при узких (рис. 44) — часто остаются в середине шва между зернами.



Рис. 42

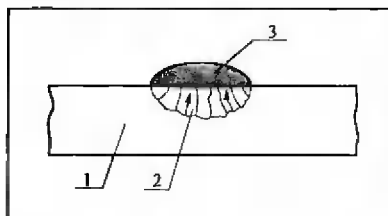


Рис. 43

1 – основной металл; 2 – зерна металла шва; 3 – неметаллические включения.

В строении сварного шва различают макро- и микроструктуру.

Макроструктура видна невооруженным глазом или при увеличении в 10—15 раз, а **микроструктура** просматривается через микроскоп, при увеличении в 60—100 раз.

На тщательно отшлифованной поверхности разреза сварного шва, протравленной раствором азотной кислоты с водой, можно видеть отдельные участки (рис. 45), которые называются зонами сварного шва.

Металл шва образуется в результате кристаллизации расплавленного основного и присадочного (электродного) металла. Доля электродного металла составляет 50—70% в сварном шве при ручной дуговой сварке. Химический состав металла шва может значительно отличаться от со-

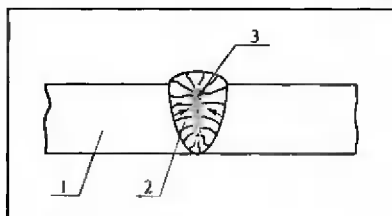


Рис. 44

1 – основной металл; 2 – зерна металла шва; 3 – неметаллические включения.

става основного металла.

Зона сплавления расположена на границе между основным и наплавленным металлом. Если зерна основного металла и металла шва хорошо срослись и как бы проникают друг в друга, то такие швы обладают высокой прочностью. Зона имеет малую толщину (измеряется микронами) и трудно различима. В этой зоне часто возникают трещины и несплавления разнородных металлов из-за химической неоднородности.

Зона термического влияния — участок основного металла, расположенный непосредственно около шва. Он не расплавляется, но сильно нагревается (1100—1500°C). Структура металла изменяется. Эта часть шва является самой слабой, и металл здесь

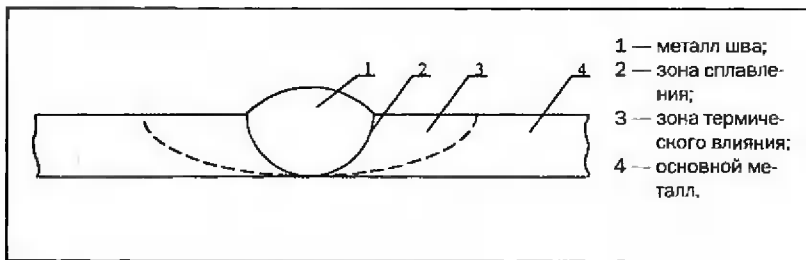


Рис. 45

- 1 — металл шва;
- 2 — зона сплавления;
- 3 — зона термического влияния;
- 4 — основной металл.

обладает наибольшей хрупкостью. Ширина зоны зависит от способа сварки. При ручной дуговой сварке ширина около 2,5—6 мм, а при газовой — 25—27 мм.

В этой зоне **основной металл** нагревает-

ся до температуры не более 700°C. Сталь не изменяет своих свойств. Зерна основного металла отличаются по форме от зерен металла шва тем, что они деформированы и вытянуты по направлению прокатки.

Задание 19.1.

Закрепляющий материал

1. Ответьте на вопросы.

- Что называется кристаллизацией?
- Где происходит кристаллизация?
- Чему равна глубина сварочной ванны ручной дуговой сварки и от чего она зависит?
- Каким обрезаем возникает чешуйчатость сварного шва?
- Где начинается кристаллизация и куда она направлена?
- Где расположены примеси сварного шва и как они влияют на свойства шва?
- Какие вы знаете зоны сварного шва?

2. Заполните таблицу.

Характеристика зон сварного шва

Название зоны шва	Краткая характеристика

Задание 19.2

Проверка степени усвоения материала

1. Вставьте пропущенные слова в предложение:

Кристаллизацией называется ... образования ... из расплавленного металла при переходе его из ... состояния в твердое.

2. Ответьте на вопросы:

- Как изменится размер сварочной ванны при увеличении силы тока и одновременном уменьшении скорости сварки?
- Чему равна глубина ванны (глубина проплавления) при ручной дуговой сварке?
- Сколько времени ванна находится в жидком состоянии?

3. Вставьте пропущенные слова в предложения:

- Чем выше скорость охлаждения сварочной ванны, тем размер зерна становится ...
- Зона ... шва является наиболее слабой, и металл здесь обладает наибольшей хрупкостью.

Материалы оценки компетентности

**Оценка компетентности
по результату 1**

**Оценка компетентности
по результату 2**

**Оценка компетентности
по результату 3**

**Оценка компетентности
по результату 4**

Результат 1

Оценка компетентности по результату 1

1. Вставьте пропущенные слова в предложение:
Сваркой называется получение ... соединения посредством установления межатомных связей между соединяемыми частями при их ... и (или) ... ,
2. Как называется класс сварки, объединяющий виды сварки, которые производятся плавлением металла?
3. Как называется класс сварки, объединяющий виды сварки, которые выполняются давлением?
4. Вставьте пропущенное слово в предложение.
Виды сварки, которые производят при помощи давления с использованием тепловой энергии общего или местного характера, относятся к ... классу.
5. Найдите в таблице соответствие между классом сварки и видом сварки.

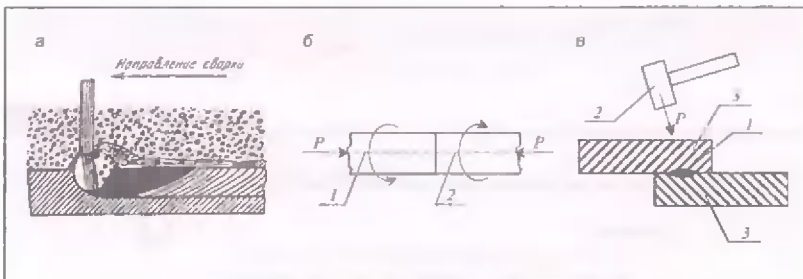
Класс сварки	Вид сварки
А. Термический	1. Кузнечная сварка
Б. Термомеханический	2. Сварка взрывом
В. Механический	3. Автоматическая сварка под флюсом
	4. Контактная сварка
	5. Сварка трением
	6. Ручная дуговая сварка
	7. Холодная сварка
	8. Газовая сварка
	9. Полуавтоматическая сварка в среде защитного газа

6. Назовите, к какому виду сварки относятся следующие описания.
 - а. Дуга расплавляет металлический электрод и основной металл, образуя при этом сварочную ванну, которая при остывании образует сварной шов.
 - б. Верхняя пластина потоком взрывной волны с большой скоростью ударяется о нижнюю пластину и сваривается с ней.
 - в. Сварка осуществляется при нагреве деталей электрическим током и их сдавливании в месте нагрева.

- г. Концы заготовок нагревают в печи, накладывают друг на друга и проковывают сильными ударами молотка.
- д. Сварка производится сварочной проволокой, которая подается автоматически в зону сварки. Одновременно с проволокой подается защитный газ.
7. По схемам сварки а, б, в, г определите виды сварки.

Варианты ответов:

- 1 — ручная дуговая сварка;
 2 — автоматическая сварка под флюсом;
 3 — кузнечная сварка;
 4 — сварка трением.



8. Что является источником энергии для образования сварного шва в следующих видах сварки:
- 1 — ручная дуговая сварка;
 2 — газовая сварка;
 3 — кузнечная сварка;
 4 — контактная сварка;
 5 — сварка взрывом;
 6 — сварка трением;
 7 — автоматическая сварка под флюсом.

Варианты ответов:

- а) газовое пламя;
 б) сварочная дуга;
 в) нагрев и сила P;
 г) сила P.

9. Найдите в таблице соответствие между видом сварки, способом защиты сварочной ванны и степенью механизации сварочного процесса.

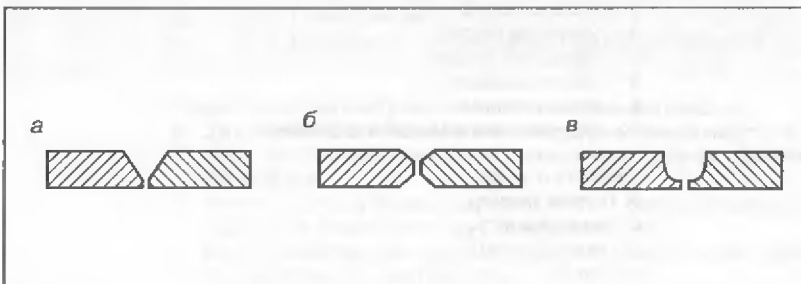
Вид сварки	Способ защиты сварочной ванны	Степень механизации
I. Ручная дуговая сварка	А. С помощью флюса	а. Ручная
II. Газовая сварка	Б. С помощью обмазки	б. Полуавтоматическая
III. Полуавтоматическая сварка в защитном газе	В. Нет защиты	в. Автоматическая
IV. Автоматическая сварка под флюсом	Г. С помощью защитного газа	
V. Контактная сварка	Д. Газовым пламенем	
VI. Сварка трением		
VII. Сварка взрывом		
VIII. Кузнечная сварка		

Результат 2

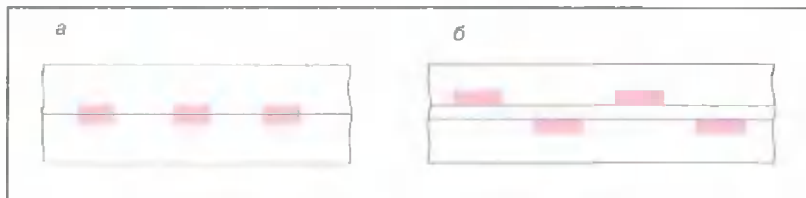
Оценка компетентности по результату 2

Вариант I

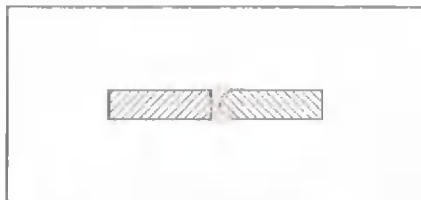
1. Дайте определение сварного соединения.
2. Вставьте пропущенные слова: в предложение:
Сварной шов — ... сварного ... , образовавшийся в результате кристаллизации металла сварочной
3. Как делятся сварные швы по виду сварного соединения? Нарисуйте.
4. Назовите виды разделок кромок сварных соединений.



5. Как делятся швы по форме наружной поверхности? Нарисуйте.
6. Назовите следующие сварные швы.



7. Как делятся сварные швы по положению в пространстве?
8. Назовите виды сварных соединений.
9. Что обозначают размеры e , g , h в стыковом соединении? Нарисуйте.
10. Назовите конструктивные элементы кромок под сварку b , c , d , s .
11. Назовите соединение.



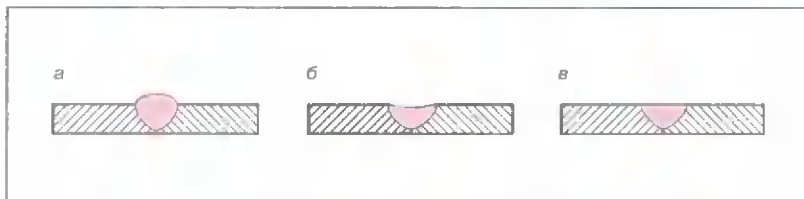
12. Нарисуйте соединение: тавровое соединение с двумя скосами кромки двустороннее.
13. Расшифруйте условное обозначение шва на чертеже:



Вариант II

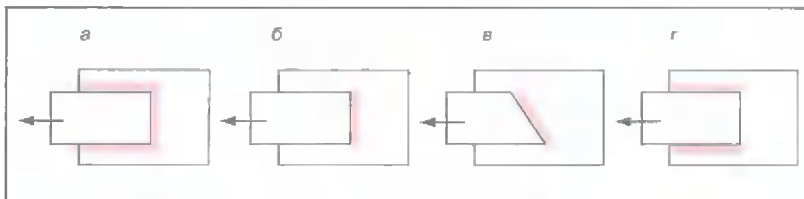
1. Дайте определение сварного шва.
2. Вставьте пропущенные слова в предложение.
Сварное соединение — это ... соединение, выполненное ...
3. Как делятся сварные швы по количеству слоев?
Нарисуйте.

4. Назовите швы по форме наружной поверхности:



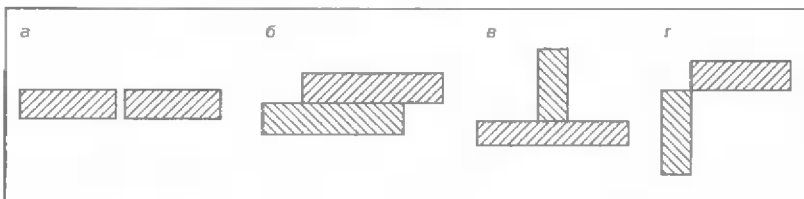
5. Как делятся сварные швы по протяженности?

6. Назовите швы в зависимости от направления действующих усилий.

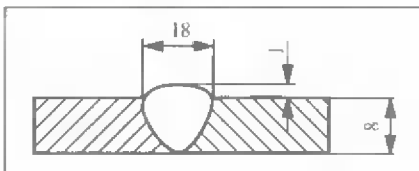


7. Как делятся сварные швы по подготовке кромок?

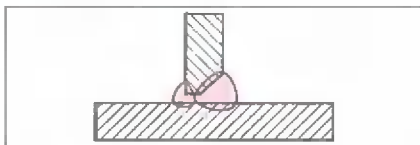
8. Назовите виды следующих соединений.



9. Что обозначают размеры в данном соединении?



10. Что обозначают конструктивные элементы κ , ν , δ в тавровом соединении? Нарисуйте.
11. Назовите соединение.



12. Нарисуйте стыковое соединение без скоса кромок с зазором одно-стороннее.
13. Расшифруйте условное обозначение шва на чертеже:



Результат 3

Оценка компетентности по результату 3

Вариант I

1. Опишите процесс образования дуги.
2. Назовите, из каких частей состоит дуга.
3. Каким образом можно повысить стабильность горения дуги?
4. Какой состав газовой среды в дуговом промежутке около отрицательного электрода?
5. От чего зависит и чему равна рабочая длина дуги?
6. Чему равна предельная длина дуги, если диаметр электрода 3 мм?
7. Какая дуга называется комбинированной?
8. Какие существуют виды дуг по роду тока?
9. Нарисуйте сварочную дугу прямого действия постоянного тока прямой полярности.
10. Что означает понятие «закрытая дуга»?
11. Чему равно напряжение на дуге?
12. Когда больше нагревается электрод: при прямой или обратной полярности?

13. Как вы понимаете выражение «дуга горит стабильно»?
14. Что называется магнитным дутьем?
15. Как устранить влияние ферромагнитных масс на сварочную дугу?
16. Кание силы действуют на каплю электродного металла при ее переходе на основной металл?
17. За сколько минут (приблизительно) расплавляется электрод?
18. Нарисуйте график статической вольт-амперной характеристики дуги.
19. Почему при увеличении тока с 100 до 800 А напряжение на дуге не изменяется?
20. Какой способ сварки имеет падающую вольт-амперную характеристику дуги?

Вариант II

1. Какие процессы происходят в катодной и анодной зонах, в столбе дуги?
2. Назовите необходимые условия для стабильного горения дуги.
3. Чему равна температура: а) катодного пятна. б) анодного пятна. в) столба дуги?
4. Объясните, почему на катоде температура меньше, чем на аноде?
5. Какой состав газовой среды в дуговом промежутке около положительного основного металла?
6. Чему равна рабочая длина дуги, если диаметр электрода 4 мм?
7. От чего зависит и чему равна предельная длина дуги?
8. Нарисуйте косвенную дугу.
9. Какие существуют виды дуг в зависимости от окружающей дугу среды?
10. Какая дуга зажигается быстрее: при прямой или обратной полярности?
11. Что означает понятие «открытая дуга»?
12. Почему дуга имеет такую высокую температуру?
13. Какая дуга горит стабильнее: переменного или постоянного тока?
14. Зачем в обмазку электрода добавляют натрий, кальций?
15. Как устранить влияние магнитного дутья?
16. Какая сила действует на каплю, вызывая образование брызг?
17. От чего зависит размер капли электродного металла при переходе его на основной металл?
18. Какая вольт-амперная характеристика дуги типична для ручной дуговой сварки?
19. Почему при увеличении тока до 80 А напряжение на дуге падает?
20. Что называется жесткой статической вольт-амперной характеристикой дуги?

Результат 4

Оценка компетентности по результату 4

Вариант I

- Из нижеперечисленных процессов назовите химические процессы, происходящие в сварочной ванне:
 - электрические процессы;
 - загрязнение металла шва вредными примесями;
 - окисление металла шва;
 - раскисление металла шва;
 - ионизация воздуха;
 - рафинирование металла шва;
 - термоэлектронная эмиссия.
- Опишите процессы, происходящие в сварочной ванне, с помощью таблицы. Заполните таблицу до конца.

Элемент, взаимодействующий с металлом сварочной ванны	Способ попадания элемента в сварочную ванну	Что в результате образуется	К чему приводит взаимодействие элемента с металлом шва	Способы борьбы с элементом
Азот				
	Из основного металла сварочной проволоки		Образуются горячие трещины	
Кислород				

- Сравните сварочные процессы и процессы металлургического производства, выберите ответ и выполните таблицу.

№1. Температура, действующая на металл:

- 6000—8000°C;
- 2000°C.

№2. Объем расплавленного металла:

- 250 м³;
- 3 см³.

№3. Скорость протекания химических реакций:

а) 2—3 мин;

б) 12 ч.

№4. Законченность химических реакций:

а) не заканчиваются;

б) заканчиваются.

№5. Качество полученного металла

а) хорошее;

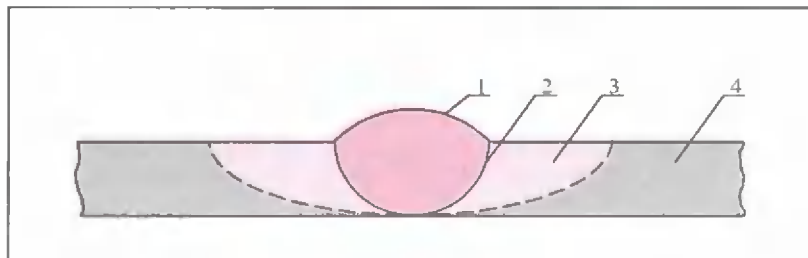
б) намного хуже.

Номер вопроса	№1	№2	№3	№4	№5
Сварочное производство					
Металлургическое производство					

4. Вставьте пропущенные слова в предложение.

Кристаллизацией называется процесс образования ... из ... металла при переходе его из ... состояния в

5. Назовите участки сварного шва 1, 2, 3, 4 на рисунке.



6. Ответьте на вопросы.

а. В какой зоне сварного шва часто возникают трещины?

б. В какой зоне металл наиболее хрупкий?

7. Закончите предложения.

а. Металл шва, который образуется в результате кристаллизации расплавленного основного и присадочного металла, называется

б. Зона сварного соединения, зерна в которой отличаются по форме от зерен металла шва, называется

Вариант II

1. Из нижеперечисленных процессов назовите химические процессы, происходящие в сварочной ванне:

- а) окисление металла шва;
- б) механические процессы;
- в) раскисление металла шва;
- г) легирование металла шва;
- д) намагничивание;
- е) загрязнение металла шва вредными примесями;
- ж) рафинирование шва.

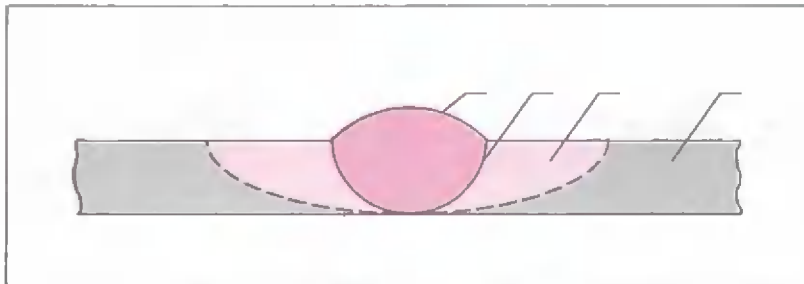
2. Опишите процессы, происходящие в сварочной ванне, с помощью таблицы. Заполните таблицу до конца.

Элемент, взаимодействующий с металлом сварочной ванны	Способ попадания элемента в сварочную ванну	Что в результате образуется	К чему приводит взаимодействие элемента с металлом шва	Способы борьбы с элементом
Водород	Из воздуха, влаги на покрытии и кромках, окислы на кромках			
Фосфор				

3. Укажите различия между процессами, происходящими при плавлении металла в сварочном и металлургическом производстве, заполнив таблицу.

Различия	Сварочное производство	Металлургическое производство
1		
2		
3		
4		
5		

4. Вставьте пропущенные слова в предложение.
Процесс кристаллизации происходит в ... ванне, которая представляет собой объем ... металла, перемещающийся вместе со сварочной ... вдоль шва со скоростью ...
5. Обозначьте на рисунке зоны сварного шва:
1 — металл шва;
2 — зона сплавления;
3 — зона термического влияния;
4 — основной металл.



6. Закончите предложение.
а. Участок основного металла, не подвергшийся расплавлению, но структура которого в результате сильного нагрева изменяется, называется ...
б. Металл, который образуется в результате кристаллизации расплавленного основного и присадочного металла, называется ...
7. Ответьте на вопросы.
а. В какой зоне сварного соединения металл состоит из основного и присадочного металла?
б. В какой зоне сварного соединения возникают несплавления разнородных металлов?

Приложение

Извлечение из ГОСТ 5264-80



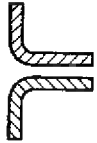
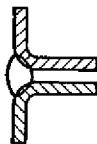










Ручная дуговая сварка.











Соединения сварные.

Основные типы, конструктивные
элементы и размеры













1. Настоящий стандарт устанавливает основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений из сталей, а также сплавов на железоникелевой и никелевой основах, выполняемых ручной и дуговой сваркой.
2. Основные типы сварных соединений должны соответствовать указанным в табл. 1.
3. Конструктивные элементы и их размеры должны соответствовать указанным в табл. 2 — 54.

Таблица 1

Тип соединения	Форма подготовленных кромок	Характер сварного шва	Форма поперечного сечения		Толщина свариваемых деталей, мм	Условное обозначение соединения	
			подготовленных кромок	сварного шва			
Стыковое	С отбортовкой кромок	Односторонний			1—4	C1	
							1—12
	С отбортовкой одной кромки	Односторонний			1—4	C3	
							C2
							
Без сноса кромок	Односторонний на съёмной подкладке			1—4	C5		
		Односторонний на остающейся подкладке					

Тип соединения	Форма подготовленных кромок	Характер сварного шва	Форма поперечного сечения		Толщина свариваемых деталей, мм	Условное обозначение соединения
			подготовленных кромок	сварного шва		
	Без скоса кромок	Односторонний замковый			1—4	С6
					2—5	
Стыковое	Без скоса кромок с последующей строжкой	Двусторонний			6—12	С42
					3—60	
	Со скосом одной кромки	Односторонний на съемной подкладке				











Продолжение таблицы 1

Тип соединения	Форма подготовленных кромок	Характер сварного шва	Форма поперечного сечения		Толщина свариваемых деталей, мм	Условное обозначение соединения	
			подготовленных кромок	сварного шва			
Стыковое		Односторонний на остающейся подкладке			С10		
							С11
							
	С криволинейным скосом одной кромки	Двусторонний			С13		
						С14	
							









Продолжение таблицы 1

Тип соединения	Форма подготовленных кромок	Характер сварного шва	Форма поперечного сечения		Толщина свариваемых деталей, мм	Условное обозначение соединения
			подготовленных кромок	сварного шва		
Стыковое	С двумя симметричными скосами одной кромки	Двусторонний			8—100	C15
				12—100	C43	
	Со скосом кромок	Односторонний			3—60	C17


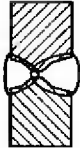




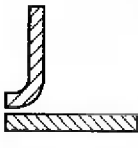
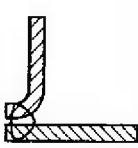
Продолжение таблицы 1

Тип соединения	Форма подготовленных кромок	Характер сварного шва	Форма поперечного сечения		Толщина свариваемых деталей, мм	Условное обозначение соединения
			подготовленных кромок	сварного шва		
Стыковое	Со скосом кромок	Односторонний на остающейся подкладке			6—100	С19
						
						
Стыковое	Со скосом кромок с последующей строжкой	Двусторонний			3—60	С20
						
					8—40	С45

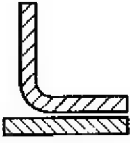
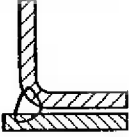

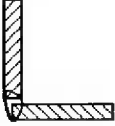
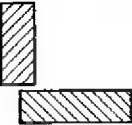
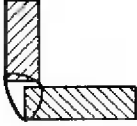
Продолжение таблицы 1

Тип соединения	Форма подготовленных кромок	Характер сварного шва	Форма поперечного сечения		Толщина свариваемых деталей, мм	Условное обозначение соединения
			подготовленных кромок	сварного шва		
Стыковое	С криволинейным скосом кромок	Двусторонний			15—100	С23
	С ломаным скосом кромок					
	С двумя симметричными скосами кромок				30—175	С25
	С двумя симметричными криволинейными скосами кромок					

Продолжение таблицы 1

Тип соединения	Форма подготовленных кромок	Характер сварного шва	Форма поперечного сечения		Толщина свариваемых деталей, мм	Условное обозначение соединения
			подготовленных кромок	сварного шва		
Стыковое	С двумя симметричными ломаными скосами кромок	Двусторонний			30—175	С27
	С двумя несимметричными скосами кромок					
Угловое	С отбортовкой одной кромки	Односторонний			12—120	С40
						

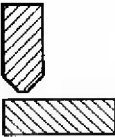
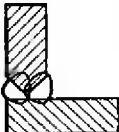
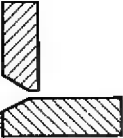
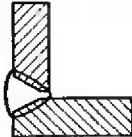
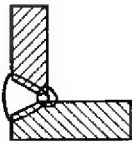
Продолжение таблицы 1

Тип соединения	Форма подготовленных кромок	Характер сварного шва	Форма поперечного сечения		Толщина свариваемых деталей, мм	Условное обозначение соединения
			подготовленных кромок	сварного шва		
Угловое	С отбортовкой одной кромки	Односторонний			1—12	У2
	Без скоса кромок					
					1—30	

Продолжение таблицы 1

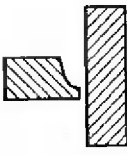
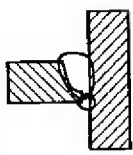
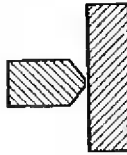
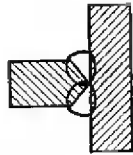
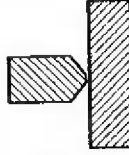
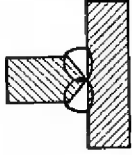
Тип соединения	Форма подготовленных кромок	Форма поперечного сечения		Толщина свариваемых деталей, мм	Условное обозначение соединения	
		подготовленных кромок	сварного шва			
Угловое	Без скоса кромок			2—8	У5	
	Со скосом одной кромки	Односторонний			3—60	У6
		Двусторонний				

Продолжение таблицы 1

Тип соединения	Форма подготовленных кромок	Характер сварного шва	Форма поперечного сечения		Толщина свариваемых деталей, мм	Условное обозначение соединения
			подготовленных кромок	сварного шва		
Угловое	С двумя симметричными скосами одной кромки	Двусторонний			8—100	У8
	Со скосом кромок	Односторонний				
		Двусторонний				

Продолжение таблицы 1

Тип соединения	Форма подготовленных кромок	Характер сварного шва	Форма поперечного сечения		Толщина свариваемых деталей, мм	Условное обозначение соединения
			подготовленных кромок	сварного шва		
Тавровое	Без скоса кромок	Односторонний			2—40	Т1
		Двусторонний				
Тавровое	Со скосом одной кромки	Односторонний			3—60	Т6
		Двусторонний				

Тип соединения	Форма подготовленных кромок	Характер сварного шва	Форма поперечного сечения		Толщина свариваемых деталей, мм	Условное обозначение соединения
			подготовленных кромок	сварного шва		
Газовое	С криволинейным скосом одной кромки	Двусторонний			15—100	T2
	С двумя симметричными скосами одной кромки				8—100	T8
					12—100	T9

Продолжение таблицы 1

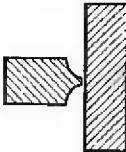
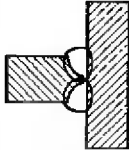




Тип соединения	Форма подготовленных кромок	Характер сварного шва	Форма поперечного сечения		Толщина свариваемых деталей, мм	Условное обозначение соединения
			подготовленных кромок	сварного шва		
Тавровое	С двумя симметричными криволинейными скосами одной кромки	Двусторонний			30—120	T5
Нахлесточное	Без скоса кромок	Односторонний			2—60	H1
		Двусторонний				

Таблица 2

Конструктивные элементы		Размеры, мм		Размеры, мм		Размеры, мм		Размеры, мм	
		подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва						
С1			От 1 до 2	0	0	От s до $2s$	От s до $3s$	и, не более	2 s + 3
			Св. 2 до 4						

* Размер для справок.

Таблица 3

Конструктивные элементы		Размеры, мм		Размеры, мм		Размеры, мм		Размеры, мм				
		подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва									
С28			От 1 до 2	0	От s до $2s$	От s до $3s$	и, не более	Числ. Пред. откл.	+1			
			Св. 2 до 6							Св. 6 до 9	2 s + 3	+2
			Св. 9 до 12									

Таблица 4

Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		δ	b		R	ϵ_1 не более
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва		Но-мин.	Пред. откл.		
СЗ			От 1 до 2	+0,5	От s до $2s$	От s до $3s$	2 s + 3
			Св. 2 до 4	+1,0	Св. 2 до 4		

*Размер для справок.

Таблица 5

Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		δ	b		ϵ_1 не более	g	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номин.	Пред. откл.		Номин	Пред. откл.
С2			От 1,0 до 1,5	0	+0,5	6	1,0	$\pm 0,5$
			Св. 1,5 до 3,0	1	$\pm 1,0$	7	1,5	$\pm 1,0$
			Св. 3,0 до 4,0	2	+1,0 -0,5	8	2,0	

Таблица 6

Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		$z \approx z_1$	b		e, не более	e', не более	g	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номин.	Пред. откл.			Номин.	Пред. откл.
С4			От 1,0 до 1,5	0	+0,5	6	4	1,0	$\pm 0,5$
				1	$\pm 1,0$	7	6	1,5	$\pm 1,0$
				2	+1,0 -0,5	8		2,0	$\pm 1,0$

Таблица 7

Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		$z \approx z_1$	b		e, не более	e', не более	g	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номин.	Пред. откл.			Номин.	Пред. откл.
С5			От 1,0 до 1,5	0	+0,5	6	6	1,0	$\pm 0,5$
				1	$\pm 1,0$	7	7	1,5	$\pm 1,0$
				2	+1,0 -0,5	8	8	2,0	$\pm 1,0$

Таблица 8

Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		s	b		e, не более	g	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номинал.	Пред. откл.		Номинал.	Пред. откл.
С6			От 1,0 до 1,5	0	+0,5	6	1,0	±0,5
			Св. 1,5 до 3,0	1	±1,0	7	1,5	±1,0
			Св. 3,0 до 4,0	2	+1,0 -0,5	8	2,0	±1,0

Таблица 9

Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		δ=γ	b		e, не более	g (пред. откл. ±1)
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номинал.	Пред. откл.		
С7			2			8	1,5
			Св. 2 до 4	2	±1,0	9	
			Св. 4 до 5		+1,5 -1,0	10	2,0

Таблица 10

Размеры, мм

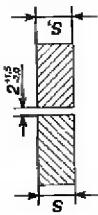
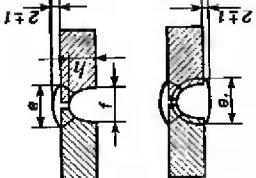
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		s , мм	h (пред. откл. ± 1)	f (пред. откл. ± 1)	e_1 не более	e_2 не более
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва					
СА2			От 6 до 8	4	7	10	12
			Св. 8 до 10	6	9	12	14
			Св. 10 до 12	8	11	14	16

Таблица 11

Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		$\delta = \epsilon$	ϵ		g
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номинал.	Пред. откл.	
С8		От 3 до 5	8			+1.5 -0.5
		Св. 5 до 8	12		±2	
		Св. 8 до 11	16			
		Св. 11 до 14	20			
		Св. 14 до 17	24		±3	
		Св. 17 до 20	28			
		Св. 20 до 24	32		±4	+2.0 -0.5
		Св. 24 до 28	35			
		Св. 28 до 32	38			
		Св. 32 до 36	41			
		Св. 36 до 40	44			
		Св. 40 до 44	49			
		Св. 44 до 48	53			
		Св. 48 до 52	56			
Св. 52 до 56	60					
Св. 56 до 60	64					

Таблица 12

Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		s_{max}	b (пред. откл. ± 1)	e		e_1 (пред. откл. ± 2)	δ	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва			Номин.	Пред. откл.		Номин.	Пред. откл.
С9			От 3 до 5	3	10	± 2	4		+1.5 -0.5
			Св. 5 до 8		14				
			Св. 8 до 11	4	18		6		
			Св. 11 до 14		22				
			Св. 14 до 17	5	26	± 3	8		
			Св. 17 до 20		30				
			Св. 20 до 24		34				
			Св. 24 до 28		38				
			Св. 28 до 32		41				
			Св. 32 до 36		44				
			Св. 36 до 40		49				
			Св. 40 до 44		53				
			Св. 44 до 48	56	± 4				
			Св. 48 до 52	60					
Св. 52 до 56	64								
Св. 56 до 60	68								

Таблица 14

Размеры, мм

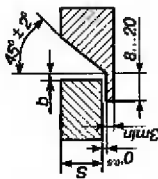
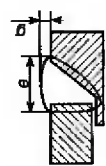
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		$s \approx \delta$	b (пред. откл. ± 1)	e		g
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва			Но-мин.	Пред. откл.	
С11			От 3 до 5	3	10	±2	+1.5 -0.5
			Св. 5 до 8				
			Св. 8 до 11	4	14	±2	+1.5 -0.5
			Св. 11 до 14				
			Св. 14 до 17	5	26	±3	+2.0 -0.5
			Св. 17 до 20				
			Св. 20 до 24				
			Св. 24 до 28				
			Св. 28 до 32				
			Св. 32 до 36				
			Св. 36 до 40				
			Св. 40 до 44				
Св. 44 до 48							
Св. 48 до 52							
Св. 52 до 56	64	±4					
Св. 56 до 60			68				

Таблица 15

Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		$\delta = \delta_1$	δ		ϵ_1 (пред. откл. ± 2)	$\delta = \delta_2$		
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номин.	Пред. откл.		Но. мин.	Пред. откл.	
С12		От 3 до 5	8	8		8		+1.5 -0.5	
		Св. 5 до 8	12		± 2				
		Св. 8 до 11	16						
		Св. 11 до 14	20						
		Св. 14 до 17	24			10			
		Св. 17 до 20	28						
		Св. 20 до 24	32						
		Св. 24 до 28	35					0.5	
		Св. 28 до 32	38						
		Св. 32 до 36	41						+2.0 -0.5
		Св. 36 до 40	44						
		Св. 40 до 44	49					12	
Св. 44 до 48	53							± 4	
Св. 48 до 52	56								
Св. 52 до 56	60								
Св. 56 до 60	64								

Таблица 16

Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		$\delta = \delta_1$	R (пред. откл. ± 1)	e		e ₁ (пред. откл. ± 2)	$\delta = \delta_1$	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва			Номин. откл.	Пред. откл.		Номин.	Пред. откл.
С13			От 15 до 17	8	16	±3	10		
			Св. 17 до 20		17				
			Св. 20 до 24		18				
			Св. 24 до 28		19				
			Св. 28 до 32		20				
			Св. 32 до 36		22				
			Св. 36 до 40		24				
			Св. 40 до 44		26				
			Св. 44 до 48		28				
			Св. 48 до 52		30				
			Св. 52 до 56		32				
			Св. 56 до 60		34				
			Св. 60 до 64		36				
			Св. 64 до 70		38				
Св. 70 до 76	40								
Св. 76 до 82	42								
Св. 82 до 88	44								
Св. 88 до 94	46								
Св. 94 до 100	48								
							14	+3,0 -0,5	

Таблица 18

Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		$\delta_{\text{св}}$	ϵ		δ	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номинал.	Пред. откл.	Номинал.	Пред. откл.
015			От 8 до 11	10	± 2	Номинал.	$\pm 1,5$ $-0,5$
			Св. 11 до 14	12			
			Св. 14 до 17	14			
			Св. 17 до 20	16			
			Св. 20 до 24	18			
			Св. 24 до 28	20			
			Св. 28 до 32	22			
			Св. 32 до 36	24			
			Св. 36 до 40	26			
			Св. 40 до 44	28			
			Св. 44 до 48	30			
			Св. 48 до 52	32			
			Св. 52 до 56	34			
			Св. 56 до 60	36			
Св. 60 до 64	39						
Св. 64 до 70	42						
Св. 70 до 76	45						
Св. 76 до 82	48						
Св. 82 до 88	51						
Св. 88 до 94	54						
Св. 94 до 100	58						
					± 3	0,5	$+2,0$ $-0,5$
					± 4		$+3,0$ $-0,5$

Таблица 19

Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		R (пред. откл. ±1)	e		e	
	подготовленных комок свариваемых деталей	сварного шва		Но-мин.	Пред. откл.		
С16		От 30 до 32	6	16	±3	0,5	
		Св. 32 до 36		17			
		Св. 36 до 40		18			
		Св. 40 до 44		19			
		Св. 44 до 48		20			
		Св. 48 до 52		21			
		Св. 52 до 56		22			
		Св. 56 до 60		23			
		Св. 60 до 64		24			
		Св. 64 до 70		25			
		Св. 70 до 76		26			
		Св. 76 до 82		27			
		Св. 82 до 88		28			
		Св. 88 до 94		10			±4
		Св. 94 до 100		30			
		Св. 100 до 106		32			
		Св. 106 до 112		34			
		Св. 112 до 118		36			
		Св. 118 до 120		38			

+2,0
-0,5+3,0
-0,5

Таблица 20

Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		$\delta = \delta_1$	e		e_1		$\delta = \delta_1$	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номинал	Пред. откл.	Номинал	Пред. откл.	Номинал	Пред. откл.
С43		От 12 до 14	±2	15				+1.5 -0.5	
		Св. 14 до 17		16					
		Св. 17 до 20		17					
		Св. 20 до 24		18					
		Св. 24 до 28		19					
		Св. 28 до 32		20					
		Св. 32 до 36		21	±2				+3.0 -0.5
		Св. 36 до 40		22	±3				
		Св. 40 до 44		23					
		Св. 44 до 48		25					
		Св. 48 до 52		27					
		Св. 52 до 56		29					
		Св. 56 до 60		31					
		Св. 60 до 64		33					
		Св. 64 до 70		35					
Св. 70 до 76		37							
Св. 76 до 82		39	±4			±3			
Св. 82 до 88		41					+3.0 -0.5		
Св. 88 до 94		43							
Св. 94 до 100		45							

Таблица 21

Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		$\Delta_{\text{св}}$	r		r	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номин.	Пред. откл.		Номин.
С17		От 3 до 5	8			+1,5 -0,5	
		Св. 5 до 8	12		±2		
		Св. 8 до 11	16				
		Св. 11 до 14	19				
		Св. 14 до 17	22				
		Св. 17 до 20	26				
		Св. 20 до 24	30				
		Св. 24 до 28	34		±3	0,5	
		Св. 28 до 32	38				
		Св. 32 до 36	42				
		Св. 36 до 40	47				+2,0 -0,5
		Св. 40 до 44	52				
		Св. 44 до 48	54				
		Св. 48 до 52	56		±4		
Св. 52 до 56	60						
Св. 56 до 60	65						

Таблица 22

Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		$s \approx$	b (пред. откл. ± 1)	e		e_1 (пред. откл. ± 2)	δ		
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва			Номинал.	Пред. откл.		Номинал.	Пред. откл.	
С18		От 3 до 5	3	10		4				
		Св. 5 до 8		16		± 2				
		Св. 8 до 11		4	20					+1.5 -0.5
		Св. 11 до 14			24					
		Св. 14 до 17			28		6			
		Св. 17 до 20			32					
		Св. 20 до 24			36				0,5	
		Св. 24 до 28			40					
		Св. 28 до 32			44		± 3			
		Св. 32 до 36			5	48				+2.0 -0.5
		Св. 36 до 40				50		8		
		Св. 40 до 44				54				
		Св. 44 до 48				56				
Св. 48 до 52				60		± 4				
Св. 52 до 56				63						
Св. 56 до 60				68						

Таблица 23

Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		$s = r_1$	b (пред. откл. ± 1)	e		δ		
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва			Номинал.	Пред. откл.	Номинал.	Пред. откл.	
С19		От 6 до 10	8	17	± 2			$+1.5$ -0.5	
		Св. 10 до 14		19					
		Св. 14 до 18	22	24	± 3				
		Св. 18 до 22							
		Св. 22 до 26	26	28	± 3				
		Св. 26 до 30							
		Св. 30 до 35	30	32	± 4				$+2.0$ -0.5
		Св. 35 до 40							
		Св. 40 до 47	34	36	± 4				
		Св. 47 до 54							
		Св. 54 до 60	38	40	± 5				
		Св. 60 до 66							
Св. 66 до 72	44	48	± 5						
Св. 72 до 78									
Св. 78 до 85	52	56	± 5						
Св. 85 до 92									
Св. 92 до 100	60								

Таблица 24

Размеры, мм

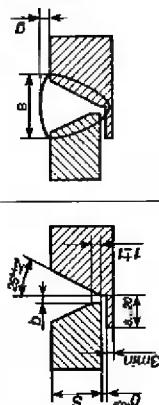
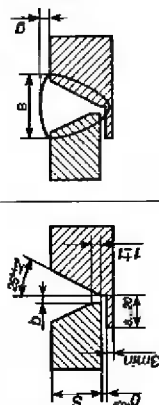
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		s_1	b (пред. откл. ± 1)	e		g			
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва			Но-мин.	Пред. откл.	Но-мин.	Пред. откл.		
С20			От 3 до 5	3	10	±2				
			Св. 5 до 8							
			Св. 8 до 11							
			Св. 11 до 14	4	20	±2				+1.5 -0.5
			Св. 14 до 17							
			Св. 17 до 20							
			Св. 20 до 24	5	40	±3			0.5	
			Св. 24 до 28							
			Св. 28 до 32							
			Св. 32 до 36							
			Св. 36 до 40							
			Св. 40 до 44							
Св. 44 до 48	63	60	±4				+2.0 -0.5			
Св. 48 до 52										
Св. 52 до 56										
Св. 56 до 60		68								

Таблица 25

Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		δ , мм	e		e_1 (пред. откл. ± 2)	$\delta - \delta_1$		
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва		Но-мин.	Пред. откл.		Но-мин.	Пред. откл.	
С21			От 3 до 5	8	± 2	8		+1.5 -0.5	
			Св. 5 до 8	12					
			Св. 8 до 11	16					
			Св. 11 до 14	19	± 3	10	0.5		
			Св. 14 до 17	22					
			Св. 17 до 20	26					
			Св. 20 до 24	30					
			Св. 24 до 28	34					
			Св. 28 до 32	38					
			Св. 32 до 36	42	± 4	12			+2.0 -0.5
			Св. 36 до 40	47					
			Св. 40 до 44	52					
			Св. 44 до 48	54					
Св. 48 до 52	56	60	65						
Св. 52 до 56	60								
Св. 56 до 60	65								

Таблица 26

Размеры, мм

Условие обозначения сварного соединения	Конструктивные элементы		$s = \delta_1$	c (пред. откл. +2 -1)	h (пред. откл. +2 -1)	f (пред. откл. -2 -1)	e		e_1 (пред. откл. ± 2)	g = g ₁			
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва					Номин. Пред. откл.	Номин. Пред. откл.		Номин. Пред. откл.	Номин. Пред. откл.		
С45			От 8 до 11					14			+1,5 -0,5		
			Св. 11 до 14	4	6	12	± 2		18				
			Св. 14 до 17				20						
			Св. 17 до 20				24						
			Св. 20 до 24	7	9	14	27	20	0,5				
			Св. 24 до 28				30		± 3				+2,0 -0,5
			Св. 28 до 32				34						
			Св. 32 до 36	10	12	16	36		22				
			Св. 36 до 40				38						

Таблица 27

Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		$s_{св}$	e		c_1 (пред. откл. ± 2)	$e_{св}$	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва		Но-мин.	Пред. откл.		Но-мин.	Пред. откл.
С23		От 15 до 17	26					
		Св. 17 до 20	28			10		
		Св. 20 до 24	30					
		Св. 24 до 28	32	± 3				
		Св. 28 до 32	33					
		Св. 32 до 36	34					+2,0 -0,5
		Св. 36 до 40	35					
		Св. 40 до 44	36					
		Св. 44 до 48	38			12		0,5
		Св. 48 до 52	40	± 4				
		Св. 52 до 56	42					
		Св. 56 до 60	44					
		Св. 60 до 64	46					
		Св. 64 до 70	48					
Св. 70 до 76	50							
Св. 76 до 82	52	± 5			14		+3,0 -0,5	
Св. 82 до 88	54							
Св. 88 до 94	56							
Св. 94 до 100	60							

Таблица 28

Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		$\delta \approx \delta_f$	e		e_f (пред. откл. ± 2)	$e \approx e_f$		
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва		Но-мин.	Пред. откл.		Но-мин.	Пред. откл.	
С24			От 15 до 17	24					
			Св. 17 до 20	26					
			Св. 20 до 24	28		10			
			Св. 24 до 28	30	± 3				
			Св. 28 до 32	32					
			Св. 32 до 36	34					+2,0 -0,5
			Св. 36 до 40	36					
			Св. 40 до 44	38					
			Св. 44 до 48	40		12			
			Св. 48 до 52	42	± 4				
			Св. 52 до 56	44					
			Св. 56 до 60	46					
			Св. 60 до 64	48					
			Св. 64 до 70	50					
Св. 70 до 76	52								
Св. 76 до 82	54	± 5			14		+3,0 -0,5		
Св. 82 до 88	56								
Св. 88 до 94	58								
Св. 94 до 100	60								

Таблица 29

Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		$s = s_1$	e		g
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номин.	Пред. откл.	
С25		От 8 до 11	10	±2	0,5	+1,5 -0,5
		Св. 11 до 14	12			
		Св. 14 до 17	14			
		Св. 17 до 20	16			
		Св. 20 до 24	18			
		Св. 24 до 28	20			
		Св. 28 до 32	22			
		Св. 32 до 36	24			
		Св. 36 до 40	26			
		Св. 40 до 44	28			
		Св. 44 до 48	30			
		Св. 48 до 52	32			
		Св. 52 до 56	34			
		Св. 56 до 60	36			
		Св. 60 до 64	39			
		Св. 64 до 70	42			
Св. 70 до 76	45					
Св. 76 до 82	48					
Св. 82 до 88	51					
Св. 88 до 94	54					
Св. 94 до 100	57					
Св. 100 до 106	60					
Св. 106 до 112	63					
Св. 112 до 118	66					
Св. 118 до 120	66					
				±3		+2,0 -0,5
				±4		+3,0 -0,5

Таблица 30

Размеры, мм

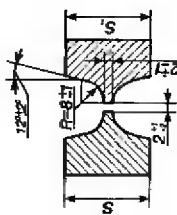
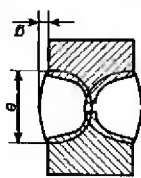
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		s=δ,	ε		z
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номин.	Пред. откл.	
С26			Ст. 30 до 34	23	±3	+2,0 -0,5
			Св. 34 до 38	24		
			Св. 38 до 42	25		
			Св. 42 до 46	26		
			Св. 46 до 50	27		
			Св. 50 до 54	28		
			Св. 54 до 60	29		
			Св. 60 до 66	31		
			Св. 66 до 72	33		
			Св. 72 до 78	34		
			Св. 78 до 84	36		
			Св. 84 до 90	38		
			Св. 90 до 96	40		
			Св. 96 до 100	42		
			Св. 100 до 108	44		
			Св. 108 до 116	46		
Св. 116 до 124	48					
Св. 124 до 132	50	±5	+3,0 -0,5			
Св. 132 до 140	52					
Св. 140 до 148	54					
Св. 148 до 156	56					
Св. 156 до 164	60					
Св. 164 до 170	64					
Св. 170 до 175	68					

Таблица 31

Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		$\delta = \delta_1$	R (пред. откл. ± 1)	e		f
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва			Но-мин.	Пред. откл.	
С27		От 30 до 34	17	8	±3	0.5	+2.0 -0.5
		Св. 34 до 38	18				
		Св. 38 до 42	20				
		Св. 42 до 46	21				
		Св. 46 до 50	22				
		Св. 50 до 54	23				
		Св. 54 до 60	25				
		Св. 60 до 66	28				
		Св. 66 до 72	30				
		Св. 72 до 78	32				
		Св. 78 до 84	34				
		Св. 84 до 90	36				
		Св. 90 до 96	38				
		Св. 96 до 100	40				
Св. 100 до 108	42						
Св. 108 до 116	44						
Св. 116 до 124	46						
Св. 124 до 132	50						
Св. 132 до 140	54						
Св. 140 до 148	57						
Св. 148 до 156	60						
Св. 156 до 164	64						
Св. 164 до 170	68						
Св. 170 до 175	72						

Таблица 32

Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		$\delta = \delta_1$	e		e_1		$e - \delta_1$		
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва		Но-мин.	Пред. откл.	Но-мин.	Пред. откл.	Но-мин.	Пред. откл.	
С39		От 12 до 14	16	± 2	11			$+1,5$	$-0,5$	
		Св. 14 до 17	18			12				
		Св. 17 до 20	20			13				
		Св. 20 до 24	22			14				
		Св. 24 до 28	25			16				
		Св. 28 до 32	28			18		± 2	$+2,0$	$-0,5$
		Св. 32 до 36	30			20				
		Св. 36 до 40	32		± 3	22				
		Св. 40 до 44	35			24				
		Св. 44 до 48	38			25				
		Св. 48 до 52	41			26				
		Св. 52 до 56	44			27		0,5		
		Св. 56 до 60	47			28				
		Св. 60 до 64	49			29				
		Св. 64 до 70	51			30				
		Св. 70 до 76	53			31				
Св. 76 до 82	55			32						
Св. 82 до 88	57			33						
Св. 88 до 94	60		± 4	34		± 3	$+3,0$	$-0,5$		
Св. 94 до 100	63			35						
Св. 100 до 106	66			36						
Св. 106 до 112	69			38						
Св. 112 до 118	72			40						
Св. 118 до 120	75			42						

Таблица 33

Размеры, мм

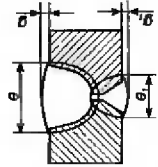
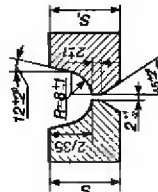
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		ε (мм)	e		e ₁		e = e ₁ + e ₂			
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва		Но-мин.	Пред. откл.	Но-мин.	Пред. откл.	Но-мин.	Пред. откл.		
С40			От 12 до 14	20	±2	10				+1,5 -0,5	
			Св. 14 до 17	22		11					
			Св. 17 до 20	23		12					
			Св. 20 до 24	24		13					
			Св. 24 до 28	25		14					
			Св. 28 до 32	26		15					
			Св. 32 до 36	27		16					
			Св. 36 до 40	28		18					
			Св. 40 до 44	29		20					
			Св. 44 до 48	30		21					
			Св. 48 до 52	31		23					
			Св. 52 до 56	32		25					
			Св. 56 до 60	33		27					
			Св. 60 до 64	34		29					
			Св. 64 до 70	36		30					
			Св. 70 до 76	38		31					
Св. 76 до 82	40		32								
Св. 82 до 88	42		34								
Св. 88 до 94	44		44	±4			±3		+3,0 -0,5		
Св. 94 до 100	47		47								
Св. 100 до 106	50		50								
Св. 106 до 112	52		52								
Св. 112 до 118	54		54								
Св. 118 до 120	56		56								

Таблица 34

Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		s	b		R	i	e_1 не более
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номин.	Пред. откл.			
У1		От 1 до 2	0	+0,5	От s до $2s$	От s до $3s$	$2s + 3$	
		Св. 2 до 4						

* Размер для справок.

Таблица 35

Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		s	R	e_1 не более	e		
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва				Номин.	Пред. откл.	
У2		От 1 до 2	От s до $2s$	5	0	+1		
		Св. 2 до 6						7
		Св. 6 до 9						13
		Св. 9 до 12						17

Таблица 36

Размеры, мм

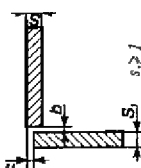
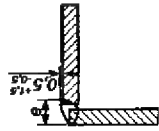
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		s	l	b		e , не более	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва			Номин.	Пред. откл.		
У4			От 1,0 до 1,5	От 0 до 0,5 s	0	+0,5	6	
			Св. 1,5 до 3,0					+1,0
			Св. 3,0 до 5,0					
			Св. 5,0 до 6,0					

Таблица 37

Размеры, мм

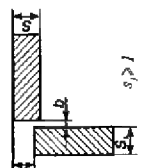
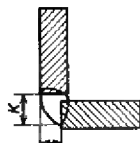
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		s	l	e		
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва			Номин.	Пред. откл.	
У4			От 1,0 до 1,5	От 0,5 s до s	0	+0,5	
			Св. 1,5 до 3,0				+1,0
			Св. 3,0 до 5,0				

Таблица 38

Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		δ	a	b		E_1 не более	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва			Номин.	Пред. откл.		
У5			От 2 до 3	От 0 до 0,5 δ	0	+1	8	
			Св. 3 до 5					10
			Св. 5 до 6					
			Св. 6 до 8					14

Таблица 39

Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		δ	a	b	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва			Номин.	Пред. откл.
У5			От 2 до 3	От 0,5 δ до δ	0	+1
			Св. 3 до 30			

Таблица 40

Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		s	e		z		
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номин.	Пред. откл.	Номин.	Пред. откл.	
У6	<p>$s_1 \geq 0,35$</p>		От 3 до 5	8				
			Св. 5 до 8	12	± 2			
			Св. 8 до 11	16				+1,5 -0,5
			Св. 11 до 14	20				
			Св. 14 до 17	24				
			Св. 17 до 20	28				
			Св. 20 до 24	32				
			Св. 24 до 28	35				
			Св. 28 до 32	38	± 3		0,5	
			Св. 32 до 36	41				+2,0 -0,5
			Св. 36 до 40	44				
			Св. 40 до 44	49				
Св. 44 до 48	53							
Св. 48 до 52	56	± 4						
Св. 52 до 56	60							
Св. 56 до 60	64							

Таблица 4.1

Размеры, мм

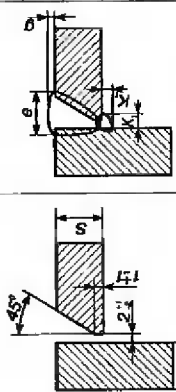
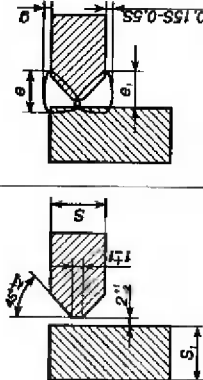
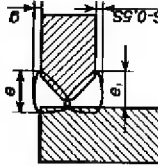
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		δ	e		δ	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номин.	Пред. откл.		Номин.
У7	 <p style="text-align: right;">$s_1 \geq 0,55$</p>	Ст. 3 до 5	8			+1,5 -0,5	
		Св. 5 до 8	12		± 2		0,5
		Св. 8 до 11	16				
		Св. 11 до 14	20				
		Св. 14 до 17	24				
		Св. 17 до 20	28				
		Св. 20 до 24	32				
		Св. 24 до 28	35		± 3		
		Св. 28 до 32	38				
		Св. 32 до 36	41				
		Св. 36 до 40	44				
		Св. 40 до 44	49				
		Св. 44 до 48	53				
Св. 48 до 52	56		± 4				
Св. 52 до 56	60						
Св. 56 до 60	64						

Таблица 42

Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		j	e		e ₁		g		
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва		Но. мин.	Пред. откл.	Но. мин.	Пред. откл.	Но. мин.	Пред. откл.	
У8			От 8 до 11	10	±2	9	±2		+1.5 -0.5	
			Св. 11 до 14	12			11			
			Св. 14 до 17	14			12			
			Св. 17 до 20	16			14			
			Св. 20 до 24	18			16			
			Св. 24 до 28	20			18			
			Св. 28 до 32	22			20			
			Св. 32 до 36	24			22			+2.0 -0.5
			Св. 36 до 40	26			24	±3		
			Св. 40 до 44	28			26			0,5
			Св. 44 до 48	30			28			
			Св. 48 до 52	32			30			
			Св. 52 до 56	34			32			
			Св. 56 до 60	36			34			
			Св. 60 до 64	39			37			
Св. 64 до 70	42			40						
Св. 70 до 76	45			43						
Св. 76 до 82	48			46	±4					
Св. 82 до 88	51			48						
Св. 88 до 94	54			52						
Св. 94 до 100	58			56						

 $s_1 \geq 0,5S$

Таблица 43

Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		s	e		z						
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номин.	Пред. откл.							
У9	<p>$s_1 > 0,55$</p>		От 3 до 5	8								
			Св. 5 до 8	12		± 2						
			Св. 8 до 11	16								
			Св. 11 до 14	19								
			Св. 14 до 17	22								
			Св. 17 до 20	26								
			Св. 20 до 24	30								
			Св. 24 до 28	34		± 3						
			Св. 28 до 32	38								
			Св. 32 до 36	42								
			Св. 36 до 40	47								
			Св. 40 до 44	52								
			Св. 44 до 48	54								
Св. 48 до 52	56		± 4									
Св. 52 до 56	60											
Св. 56 до 60	65											
					Номин.	Пред. откл.	z					
								0,5				$+1,5$ $-0,5$
												$+2,0$ $-0,5$

Таблица 44

Размеры, мм

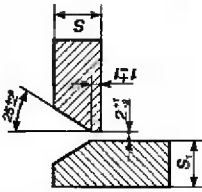
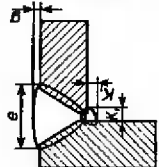
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		s	e		z	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номин.	Пред. откл.		Номин.
У10	 $s_1 \geq 0,5s$		От 3 до 5	8			
			Св. 5 до 8	12	± 2		+1,5 -0,5
			Св. 8 до 11	16			
			Св. 11 до 14	19			
			Св. 14 до 17	22			
			Св. 17 до 20	26			
			Св. 20 до 24	30			
			Св. 24 до 28	34	± 3	0,5	
			Св. 28 до 32	38			
			Св. 32 до 36	42			
			Св. 36 до 40	47			
			Св. 40 до 44	52			
			Св. 44 до 48	54			
Св. 48 до 52	56	± 4					
Св. 52 до 56	60						
Св. 56 до 60	65						

Таблица 45

Размеры, мм

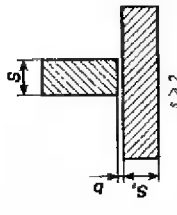
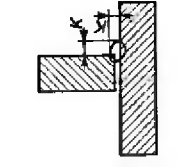
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		s	b	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва		Нормин.	Пред. откл.
T1			От 2 до 3	0	+1
			Св. 3 до 15		+2
			Св. 15 до 40		+3

Таблица 46

Размеры, мм

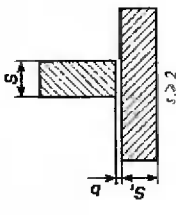
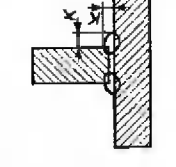
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		s	b	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва		Нормин.	Пред. откл.
T3			От 2 до 3	0	+1
			Св. 3 до 15		+2
			Св. 15 до 40		+3

Таблица 47

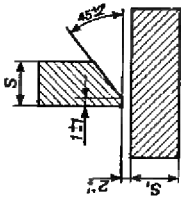
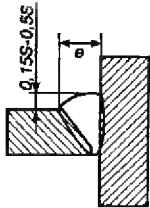
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		s	e	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номинал.	Пред. откл.
Т6	 <p>$r > 0.5S$</p>		От 3 до 5	7	±2
			Св. 5 до 8	10	
			Св. 8 до 11	14	
			Св. 11 до 14	18	
			Св. 14 до 17	22	
			Св. 17 до 20	26	
			Св. 20 до 24	30	
			Св. 24 до 28	33	
			Св. 28 до 32	36	
			Св. 32 до 36	40	
			Св. 36 до 40	44	
			Св. 40 до 44	47	
Св. 44 до 48	50				
Св. 48 до 52	54				
Св. 52 до 56	58				
Св. 56 до 60	62				

Таблица 48

Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		s	e	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номинал.	Пред. откл.
Т7			От 3 до 5	7	±2
			Св. 5 до 8	10	
			Св. 8 до 11	14	
			Св. 11 до 14	18	
			Св. 14 до 17	22	
			Св. 17 до 20	26	
			Св. 20 до 24	30	
			Св. 24 до 28	33	
			Св. 28 до 32	36	
			Св. 32 до 36	40	
			Св. 36 до 40	44	
Св. 40 до 44	47	±4			
Св. 44 до 48	50				
Св. 48 до 52	54				
Св. 52 до 56	58				
Св. 56 до 60	62				

 $s > 0,5S$

Таблица 49

Размеры, мм

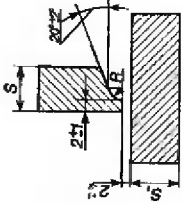
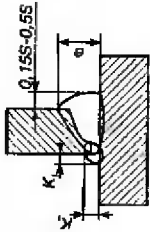
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		s	R (пред. откл. ±1)	e	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва			Номинал.	Предв. откл.
T2	 <p>$s \geq 0,55$</p>	 <p>$Q, 15S-0,55$</p>	От 15 до 17	8	14	±3
			Св. 17 до 20		15	
			Св. 20 до 24		16	
			Св. 24 до 28		17	
			Св. 28 до 32		18	
			Св. 32 до 36		20	
			Св. 36 до 40		22	
			Св. 40 до 44		24	
			Св. 44 до 48		26	
			Св. 48 до 52		28	
			Св. 52 до 56		30	
			Св. 56 до 60		32	
			Св. 60 до 64		34	
			Св. 64 до 70		36	
			Св. 70 до 76		38	
			Св. 76 до 82		40	
Св. 82 до 88	42					
Св. 88 до 94	44					
Св. 94 до 100	46					

Таблица 50

Размеры, мм

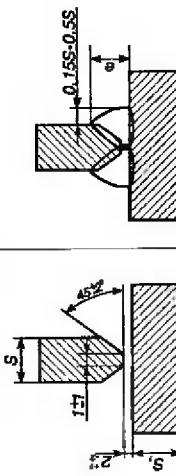
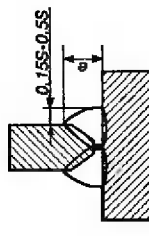
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		s	e	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номинал	Пред. откл.
Т8	 <p>$s \geq 0,5S$</p>		От 8 до 11	9	±2
			Св. 11 до 14	11	
			Св. 14 до 17	12	
			Св. 17 до 20	14	
			Св. 20 до 24	16	
			Св. 24 до 28	18	
			Св. 28 до 32	20	
			Св. 32 до 36	22	
			Св. 36 до 40	24	
			Св. 40 до 44	26	
			Св. 44 до 48	28	
			Св. 48 до 52	30	
			Св. 52 до 56	32	
			Св. 56 до 60	34	
			Св. 60 до 64	37	
			Св. 64 до 70	40	
			Св. 70 до 76	43	
Св. 76 до 82	46				
Св. 82 до 88	48				
Св. 88 до 94	52				
Св. 94 до 100	56				

Таблица 51

Условное обозначение сварного соединения	Размеры, мм		e
	Конструктивные элементы	с	
Т9	<p> $r_f \geq 0,5S$ </p>	От 12 до 14	±2
		Св. 14 до 17	10
Св. 17 до 20	12		
Св. 20 до 24	14		
Св. 24 до 28	16		
Св. 28 до 32	17		
Св. 32 до 36	18		
Св. 36 до 40	19		
Св. 40 до 44	20		
Св. 44 до 48	21		
Св. 48 до 52	22		
		Св. 52 до 56	24
		Св. 56 до 60	26
		Св. 60 до 64	28
		Св. 64 до 70	30
		Св. 70 до 76	32
		Св. 76 до 82	34
		Св. 82 до 88	36
		Св. 88 до 94	38
Св. 94 до 100	40	±4	

Таблица 52

Размеры, мм

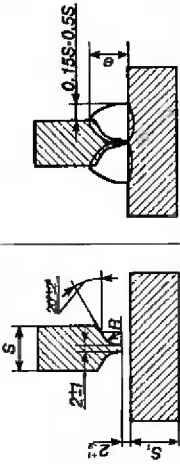
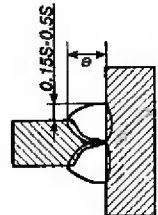
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		δ	R (прег. откл. ± 1)	e	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва			Номин.	Пред. откл.
T5	 <p>$S_1 > 0,5S$</p>		От 30 до 32	8	14	± 3
			Св. 32 до 36		15	
			Св. 36 до 40		16	
			Св. 40 до 44		17	
			Св. 44 до 48		18	
			Св. 48 до 52		19	
			Св. 52 до 56		20	
			Св. 56 до 60		21	
			Св. 60 до 64		22	
			Св. 64 до 70		23	
			Св. 70 до 76		24	
			Св. 76 до 82		25	
			Св. 82 до 88		26	
			Св. 88 до 94		27	
			Св. 94 до 100		28	
			Св. 100 до 106		30	
Св. 106 до 112	32					
Св. 112 до 118	34					
Св. 118 до 120	36					

Таблица 53

Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		δ	B	b	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва			Номин.	Пред. откл.
Н1			От 2 до 5	3—20	0	+1,0
			Св. 5 до 10	8—40		+1,5
			Св. 10 до 29	12—100		+2,0
			Св. 29 до 60	30—240		

Таблица 54

Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		δ	B	b	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва			Номин.	Пред. откл.
Н2			От 2 до 5	3—20	0	+1,0
			Св. 5 до 10	8—40		+1,5
			Св. 10 до 29	12—100		+2,0
			Св. 29 до 60	30—240		

Учебное издание

Вознесенская Ирина Михайловна

Основы теории ручной дуговой сварки

Теоретические основы профессиональной деятельности

Учебное пособие

Ответственный редактор *А.И. Голосов*

Редактор-корректор *Г.И. Герман*

Художники *Б.А. Гомон, А.Б. Гомон*

Технический редактор *Е.Ф. Семенова*

Макет, верстка, компьютерная графика *А.А. Зернов*

Общероссийский классификатор продукции ОК 005-93. Код 953000

Подписано в печать 17.10.2005. Формат 70х90/16

Гарнитура FranklinGothicBookC. Печать офсетная. Бумага офсетная.

Печ. л. 9,0. Тираж 10 000 экз. (1-5000). Тип. зак. № 3449.

Издательство «Академкнига/Учебник»

117997, Москва, ул. Профсоюзная, д. 90, оф. 602

Тел./Факс: (095) 334-76-21, 429-92-68. E-mail: academuch@mail.ru

Отпечатано в ОАО «Тверской ордена Трудового Красного Знамени
полиграфкомбинат детской литературы им. 50-летия СССР»
170040, г. Тверь, проспект 50 лет Октября 46.



Т.Н. Жегалина
Сварщик. Технология выполнения ручной сварки
практические основы профессиональной деятельности

Учебное пособие

Учебное пособие «Сварщик. Технология выполнения ручной сварки» предназначено для подготовки специалистов в образовательных учреждениях начального и среднего профессионального образования, на курсах повышения квалификации и переподготовки. Соответствует Государственному образовательному стандарту. Пособие включает в себя словарь основных терминов, содержание инструкционно-технологических карт по каждому виду деятельности, задания разного уровня для проведения производственного обучения и материалы оценки профессиональной компетентности, что позволяет обучающимся осуществлять самоконтроль. Учебное пособие является составной частью модульной программы подготовки специалистов по профессии «сварщик».

Модульный курс
Выполнение электросварочных работ

<p>Модуль 1</p> <p>Подготовка к сварочным работам</p>	<p>Результаты деятельности:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Применять правила техники безопасности в сварочных учебных мастерских в соответствии с инструкциями2. Пользоваться защитными средствами, оборудованием и инструментами сварочного поста в соответствии с инструкциями3. Подготавливать металл к сварке в соответствии с ГОСТом
<p>Модуль 2</p> <p>Наплавка валиков</p>	<p>Результаты деятельности:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Зажигать дугу и поддерживать ее устойчивое горение до полного сгорания электрода2. Наплавлять точечные валики на пластины в различных положениях электрода в соответствии с заданными размерами валика и ГОСТом3. Наплавлять уширенные валики на пластины в различных положениях электрода в соответствии с заданными размерами валика и ГОСТом4. Выполнять многослойную наплавку на поверхность в соответствии с заданием и ГОСТом
<p>Модуль 3</p> <p>Сварка пластин</p>	<p>Результаты деятельности:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Выполнять сварку стыковых, угловых и нахлесточных соединений в нижнем положении пластин в соответствии с ГОСТом2. Выполнять сварку стыковых, угловых и нахлесточных соединений в наклонном положении пластин в соответствии с ГОСТом3. Выполнять сварку соединений в вертикальном положении пластин в соответствии с ГОСТом4. Выполнять сварку стыковых, угловых и нахлесточных соединений на вертикально расположенной пластине горизонтальными швами5. Выполнять сварку кольцевых швов в соответствии с ГОСТом6. Выполнять наружный осмотр сварных швов и устранять дефекты в соответствии с ГОСТом
<p>Модуль 4</p> <p>Сварка узлов и конструкций</p>	<p>Результаты деятельности:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Выполнять сварку соединений арматуры в соответствии с ГОСТом2. Выполнять сварку балочных конструкций в соответствии с ГОСТом3. Выполнять сварку труб в соответствии с ГОСТом4. Выполнять сварку резервуаров в соответствии с ГОСТом

9 7859491081495

ISBN 5-94908-149-8



АКАДЕМКНИГА/УЧЕБНИК

