

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебное пособие предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 150700 «Машиностроение».

При составлении рабочего учебного плана вузы могут усиливать технологическую подготовку студентов, включая (в рамках часов, отведенных на дисциплины специализаций) такие дополнительные учебные курсы, как «Технология сварки специальных сталей и сплавов», «Специальные виды сварки» и др.

Авторы настоящего издания предлагают учебное пособие, состоящее из трех разделов: оборудование и технология сварки плавлением, оборудование и технология контактной сварки, специальные виды сварки плавлением и давлением.

Вопросы, связанные с теоретическими основами сварки, источниками питания для дуговой сварки, газопламенной обработкой, проектированием сварных соединений и автоматизацией сварочных процессов, рассматривают в других дисциплинах, и они не включены в данный учебник.

Содержание учебного пособия соответствует основным образовательным программам, сформированным на основе федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС ВПО), по данному направлению подготовки.

Учебное пособие полезно для студентов других профилей, связанных с производством металлоконструкций, а также для повышения квалификации конструкторов и технологов, работающих в области сварочного производства.

Профессор Г. Г. Чернышов написал гл. 1, 3, 5–7; доцент А. М. Рыбачук — гл. 2; доцент Б. В. Копаев — гл. 8, 10, 12; доцент А. П. Исаев — гл. 9, 11; доцент Д. М. Шашин, доцент А. В. Милованов — гл. 13; доцент В. И. Гирш — гл. 14, 15; доцент Н. В. Коберник — гл. 4.

ВВЕДЕНИЕ

Современный технический прогресс промышленности неразрывно связан с совершенствованием сварочного производства.

Сварка — такой же необходимый технологический процесс, как обработка металлов резанием, литье,ковка,штамповка. Высокая производительность и большие технологические возможности сварки обеспечили ее широкое применение для создания неразъемных соединений при производстве металлургического, химического и энергетического оборудования, различных трубопроводов, изготовлении и ремонте судов, автомобилей, самолетов, турбин, котлов, реакторов, строительных и других конструкций.

Перспективы сварки как в научном, так и в техническом плане безграничны. Ее применение способствует совершенствованию машиностроения и развитию ракетостроения, атомной энергетики, радиоэлектроники.

О возможности использования «электрических искр» для плавления металлов еще в 1753 г. говорил академик Петербургской академии наук Г. Р. Рихман, занимавшийся исследованиями атмосферного электричества. В 1802 г. профессор Медико-хирургической академии (Санкт-Петербург) В. В. Петров открыл явление электрической дуги и указал возможные области ее практического применения. Однако потребовались многие годы совместных усилий ученых и инженеров, направленных на разработку источников энергии, необходимых для реализации процесса электрической сварки металлов. Важную роль в создании таких источников сыграли открытия и изобретения в области магнетизма и электричества.

В 1882 г. российский ученый-инженер Н. Н. Бенардос, работая над созданием аккумуляторных батарей, открыл способ электродуговой сварки металлов неплавящимся угольным электродом. Им были разработаны дуговая сварка в защитном газе и дуговая резка металлов.

В 1888 г. российский инженер Н. Г. Славянов предложил проводить сварку плавящимся металлическим электродом. С его именем связано развитие металлургических основ электрической дуговой сварки, разработка флюсов для воздействия на состав металла шва, создание первого автоматического генератора.

В середине 1920-х гг. исследования процесса сварки проводили во Владивостоке (В. П. Вологдин, Н. Н. Рыкалин, Г. К. Татур, С. А. Данилов), Москве (Г. А. Николаев, К. К. Хренов, К. В. Любавский), Ленинграде (В. П. Никитин, А. А. Алексеев, Н. О. Окерблом) и Киеве (Е. О. Патон).

В 1924–1935 гг. применяли в основном ручную сварку электродами с тонкими ионизирующими (меловыми) покрытиями. В эти годы под руководством В. П. Вологодина были изготовлены первые отечественные котлы и корпуса нескольких судов. С 1935–1939 гг. начали использовать электроды с толстым покрытием и стержнем из легированной стали, что обеспечило широкое распространение сварки в промышленности и строительстве. В 1940-е гг. была разработана сварка под флюсом, которая позволила повысить производительность процесса и качество сварных соединений, механизировать производство сварных конструкций. В начале 1950-х гг. в ИЭС создают электрошлаковую сварку для изготовления из литых и кованных заготовок крупногабаритных деталей оборудования тяжелого машиностроения.

С 1948 г. в промышленности применяют ручную дуговую сварку неплавящимся электродом и механизированную и автоматическую сварку неплавящимся и плавящимся электродом в аргоне. В 1950-х гг. в ЦНИИТМАШе К. В. Любавским и Н. М. Новожиловым при участии специалистов из МВТУ им. Н. Э. Баумана и ИЭС им. Е. О. Патона был разработан высокопроизводительный процесс сварки плавящимся электродом низкоуглеродистых и низколегированных сталей в среде углекислого газа, обеспечивающий высокое качество сварных соединений.

Создание новых источников тепловой энергии — концентрированного электронного и лазерного луча — обусловило появление принципиально новых способов сварки плавлением, названных электронно-лучевой и лазерной сваркой, успешно применяемых в промышленности. С развитием обитаемых орбитальных станций сварка потребовалась и в космосе. Наши космонавты В. Н. Кубасов и Г. С. Шонин в 1969 г., а С. Е. Савицкая и В. А. Джанибеков в 1984 г. провели в космосе сварку, резку и пайку различных металлов.

Контактная сварка, при осуществлении которой используется теплота, выделяющаяся в области контакта свариваемых частей при прохождении электрического тока, относится к способам сварки с применением давления. Различают точечную, стыковую, шовную и рельефную контактную сварку. Основные способы контактной сварки разработаны в XIX в. В 1856 г. английский физик Уильям Томсон (Кельвин) открыл стыковую контактную сварку сопротивлением. В 1887 г. Н. Н. Бенардос получил патент на способы точечной и шовной контактной сварки угольными электродами. Позднее, когда появились электроды из меди и ее сплавов, эти способы контактной сварки стали основными.

В 30–50-е гг. XX в. в СССР сложились научные школы и коллективы по изучению и практическому применению контактной сварки.

В Москве (ЦНИИТМАШ, НИАТ, МАТИ, МВТУ) большой комплекс работ по теории и технологии контактной сварки выполнили А. С. Гельман и Н. С. Кабанов, Д. С. Балковец, Б. Д. Орлов, П. Л. Чулошников, А. А. Чакалев, И. Я. Рабинович, Н. Л. Каганов, а также А. И. Гуляев (ГАЗ).

В Ленинграде (ВНИИЭСО, завод «Электрик») исследования и практическое применение контактной сварки и проектирование оборудования осуществляли А. Я. Кочановский, А. И. Ахун, С. К. Слиозберг, К. А. Кочергин, Ф. А. Аксельрод, В. Я. Хазов, В. А. Гилевич, В. Б. Кисельников, В. Я. Пушкин, Л. В. Глебов, Ю. И. Филиппов, А. Я. Яшунский, З. А. Рыськова и др.

В Киеве (ИЭС) разработкой технологии и оборудования для контактной сварки занимались К. К. Хренов, В. К. Лебедев, С. И. Кучук-Яценко, В. Э. Моравский, В. Н. Подола, И. В. Пентегов и др.

Контактная сварка занимает ведущее место среди механизированных способов сварки в автомобилестроении при соединении тонколистовых штампованных конструкций кузова. Стыковой сваркой соединяют стыки железнодорожных рельсов и магистральных трубопроводов. Шовную сварку применяют при изготовлении тонкостенных емкостей. Рельефная сварка — наиболее высокопроизводительный способ сварки плоскостных тонколистовых панелей и арматуры для строительных железобетонных конструкций. Конденсаторную контактную сварку широко используют в электронной промышленности при изготовлении элементной базы и микросхем.

С развитием техники возникает необходимость сваривать детали толщиной от нескольких микрометров (в микроэлектронике) до десятков сантиметров и даже метров (в тяжелом машиностроении). Все чаще в сварных конструкциях наряду с углеродистыми и низколегированными сталями применяют специальные стали, легкие сплавы и сплавы на основе титана, молибдена, хрома, циркония и других металлов, а также разнородные и композиционные материалы, что требует постоянного обновления применяемых видов сварки и сварочного оборудования.

В этих условиях важную роль играет подготовка — теоретическая и практическая — квалифицированных кадров для сварочного производства, что является основной задачей данного учебного пособия.

Часть I

**ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ
И ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ
СВАРКИ ПЛАВЛЕНИЕМ**

**1.1. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ПРИ СВАРКЕ. КЛАССИФИКАЦИЯ ВИДОВ
СВАРКИ, СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И ШВОВ****1.1.1. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИ СВАРКЕ**

Конструкции сложной формы, как правило, получают в результате объединения друг с другом отдельных элементов (детали, сборочные узлы) с помощью разъемных или неразъемных соединений.

ГОСТ 2601-84 «Сварка металлов. Термины и определения основных понятий» устанавливает ряд терминов и определений основных понятий при сварке металлов для сварных соединений и швов.

Сварной конструкцией называют металлическую конструкцию, изготовленную сваркой отдельных деталей. Часть такой конструкции, в которой сварены примыкающие друг к другу элементы, называют *сварным узлом*.

Сварка — процесс получения неразъемных соединений посредством установления межатомных связей между соединяемыми частями при их местном или общем нагревании, или пластическом деформировании, или совместном действии того и другого.

Сварные соединения — неразъемные соединения, выполненные сваркой. В сварное соединение входят сварной шов, прилегающая к нему зона основного металла, в которой в результате теплового воздействия сварки произошли структурные и другие изменения (зона термического влияния), и примыкающие к ней участки основного металла.

Сварной шов представляет собой участок сварного соединения, образовавшийся в результате кристаллизации расплавленного металла сварочной ванны.

Основной металл — металл подвергающихся сварке соединяемых частей.

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

Сварочная ванна — это часть металла свариваемого шва, находящаяся при сварке плавлением в жидком состоянии.

Углубление, образующееся в конце валика под действием давления дуги и объемной усадки металла шва, называют *кратером*.

Металл для введения в сварочную ванну в дополнение к расплавленному основному металлу называют *присадочным металлом*.

Переплавленный присадочный металл, введенный в сварочную ванну или наплавленный на основной металл, называют *наплавленным металлом*.

Сплав, образованный переплавленным основным или переплавленным основным и наплавленным металлами, называют *металлом шва*.

1.1.2. КЛАССИФИКАЦИЯ ВИДОВ СВАРКИ

Для получения сварного соединения и образования межатомных связей атомы соединяемых деталей получают некоторую дополнительную энергию, необходимую для преодоления существующего между ними энергетического барьера, называемую *энергией активации*. При сварке ее вводят в зону соединения извне путем нагрева (термическая активация) или пластического деформирования (механическая активация).

В зависимости от *характера активации* при выполнении соединений различают два основных вида сварки — *плавлением* и *давлением*.

При *сварке плавлением* детали по соединяемым кромкам оплавляются под действием внешнего источника теплоты. Расплавленный металл, сливаясь в общий объем, образует жидкую сварочную ванну. При ее охлаждении жидкий металл затвердевает и образует сварной шов. Шов может быть образован за счет расплавления металла только свариваемых кромок или металла кромок и присадки, дополнительно вводимой в сварочную ванну.

При *сварке давлением* осуществляют совместное пластическое деформирование материала по кромкам свариваемых деталей. Благодаря пластической деформации облегчается установление межатомных связей соединяемых частей. Для ускорения процесса применяют сварку давлением с нагревом. При некоторых способах сварки давлением нагрев осуществляют до оплавления металла свариваемых поверхностей или промежуточных вспомогательных прокладок, а воздействие давления возможно в непрерывном или прерывистом режимах.

В настоящее время существует более 150 сварочных процессов, которые в соответствии с ГОСТ 19521-74 «Сварка металлов. Классификация» классифицируют по *физическим, техническим и технологическим признакам*.

Физическими признаками являются форма энергии и вид источника энергии, непосредственно применяемого для получения сварного соединения.

Все сварочные процессы по *форме энергии* относят к одному из трех классов: термическому, термомеханическому и механическому.

Термический класс включает в себя виды сварки плавлением (дуговая, плазменная, электрошлаковая, электронно-лучевая, лазерная, газовая, термитная и др.), осуществляемой с использованием различных источников тепловой энергии.

Термомеханический класс — виды сварки (контактная, диффузионная, газо- и дугопрессовая, индукционнопрессовая, печная и др.), осуществляемой с применением источников тепловой энергии и давления.

Механический класс — виды сварки давлением (холодная, ультразвуковая, магнитоимпульсная, сварка трением и взрывом), осуществляемой с использованием источников механической энергии и давления.

Техническими признаками классификации сварочных процессов являются способы защиты металла в зоне сварки, непрерывность процесса и степень его механизации (рис. 1.1).

Технологические признаки классификации устанавливаются для каждого вида сварки отдельно. Например, дуговая сварка может отличаться по виду электрода и дуги, роду и полярности тока, количеству электродов и наличию внешнего воздействию на формирование шва.

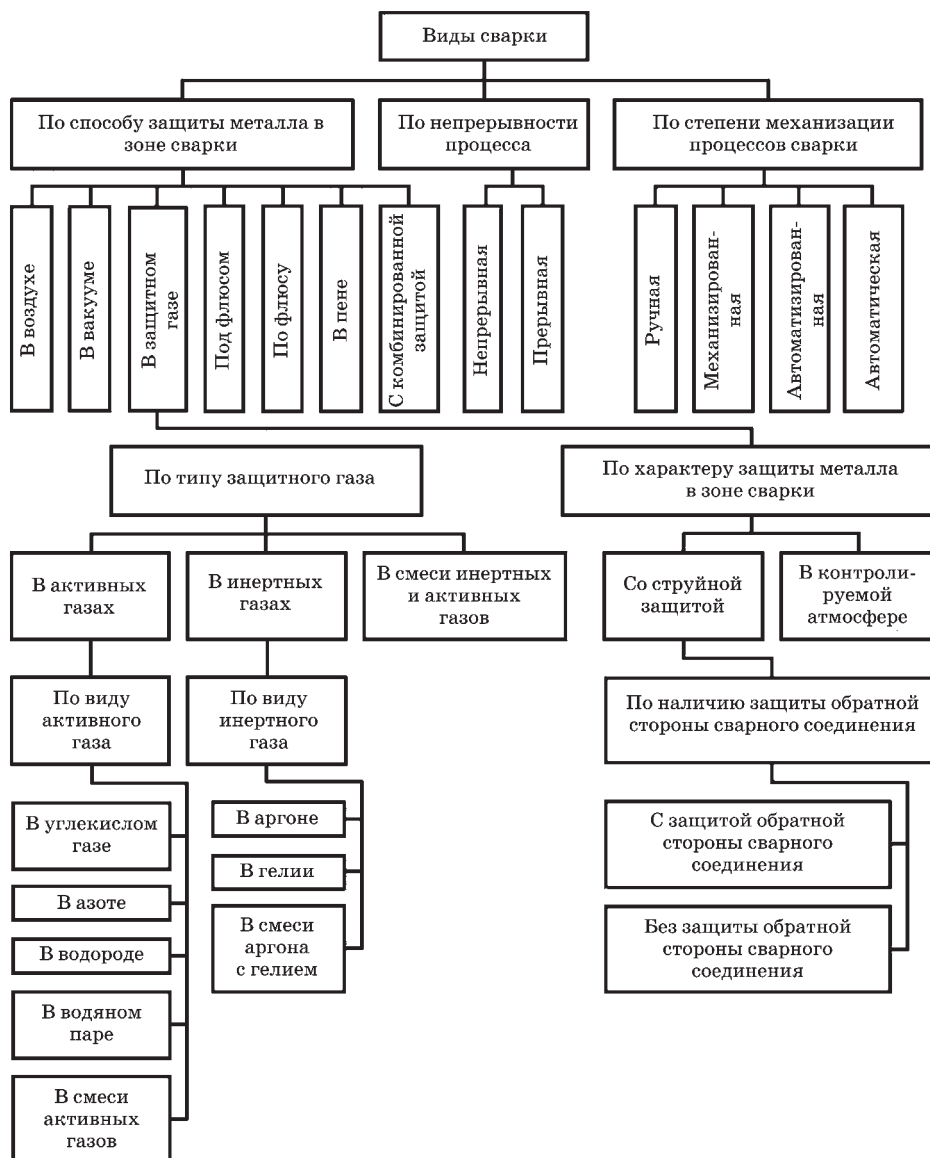


Рис. 1.1
Классификация видов дуговой сварки по техническим признакам

1.2. ВИДЫ СВАРКИ ПЛАВЛЕНИЕМ

1.2.1. ДУГОВАЯ СВАРКА

Этот вид сварки плавлением включает в себя те ее способы, при осуществлении которых источником нагрева является сварочная дуга, представляющая собой устойчивый электрический разряд, происходящий в газовой среде между двумя электродами или электродом и деталью.

При горении дуги и плавлении свариваемого и электродного металлов необходима защита сварочной ванны от воздействия атмосферных газов — кислорода, азота и водорода, так как они растворяются в жидком металле и ухудшают качество металла шва.

В соответствии с *техническими признаками* классификации сварочных процессов по *способу защиты* свариваемого металла и сварочной ванны от окружающей среды наиболее распространены дуговая сварка в защитном газе, под флюсом и с комбинированной защитой.

По *технологическим признакам* классификации в основном различают дуговую сварку плавящимися и неплавящимися электродами. Плавящимися электродами являются штучные электроды, металлические проволоки и стержни из сталей, сплавов алюминия, титана, никеля, меди и других металлов; неплавящимися — угольные, графитовые и вольфрамовые стержни и другие тугоплавкие металлы.

По *степени механизации процесса* наиболее распространены ручная, механизированная и автоматическая дуговая сварка.

Ниже приведены краткие описания и характеристики основных способов дуговой сварки.

Ручная дуговая сварка. Дуговая сварка, при которой возбуждение дуги, подача электрода и его перемещение проводятся вручную. Сварку выполняют штучными покрытыми электродами. Покрытый электрод представляет собой металлический стержень с нанесенным на его поверхность покрытием (обмазкой). Сварной шов образуется за счет расплавления металла свариваемых кромок и плавления стержня сварочного электрода.

Дуговая сварка под флюсом. Дуговая сварка, при которой дуга горит под слоем сварочного флюса. Под воздействием теплоты в зоне горения дуги плавятся кромки основного металла, электродная проволока и часть флюса. Подача проволоки в зону горения дуги механизирована, а перемещение дуги по свариваемым деталям выполняется вручную или специальными механизмами.

Дуговая сварка в защитных газах. Дуговая сварка, при которой дуга и расплавленный металл, а в некоторых случаях и остывающий шов, находятся в защитном газе, подаваемом в зону сварки с помощью специальных устройств. При этом можно использовать как неплавящийся, так и плавящийся электроды, а процесс выполнять ручным, механизированным или автоматическим способом.

Плазменная сварка. Сварка плавлением, при которой нагрев проводится сжатой дугой. В результате получают высокотемпературный ионизированный газ, называемый плазмой. Температура плазменной струи значительно выше, чем у обычной сварочной дуги. В качестве плазмообразующего газа чаще всего используют аргон, гелий или азот.

Электрошлаковая сварка. Этот процесс сварки осуществляют без дугового разряда. В отличие от дуговой сварки для расплавления основного и присадочного металлов используется теплота, выделяющаяся при прохождении сварочного тока через расплавленный электропроводящий шлак (флюс). Для формирования шва устанавливают медные ползуны (кристаллизаторы), охлаждаемые водой.

В соответствии с *технологическими признаками* классификации по *виду электрода* различают электрошлаковую сварку проволочным, пластинчатым электродом и плавящимся мундштуком; по *наличию колебаний электрода* — без колебаний и с колебаниями электрода; по *числу электродов* — одноэлектродную, двухэлектродную и многоэлектродную.

Электронно-лучевая сварка. Сварка плавлением, при которой для нагрева используется энергия сфокусированного потока электронов, движущихся с высокими скоростями в специальной камере в глубоком вакууме. В соответствии с *технологическими признаками* классификации различают сварку без колебаний и с колебаниями электронного луча.

Лазерная сварка. В соответствии с *технологическими признаками* классификации по *виду источников энергии* относится к *световой сварке* в числе других (солнечная и искусственными источниками света). Это сварка плавлением, при которой для нагрева используется энергия излучения *лазера* (название по первым буквам английской фразы, которая в переводе означает: усиление света посредством стимулированного излучения), ее можно выполнять на воздухе, в аргоне, гелии или углекислом газе.

Газовая сварка. Сварка плавлением, при которой для нагрева используют тепло пламени смеси газов, сжигаемой с помощью горелки. Плавление свариваемого и присадочного металлов осуществляется высокотемпературным газокислородным пламенем. В качестве горючего для сгорания в кислороде применяют ацетилен, водород, пропан-бутановую смесь, пары керосина, бензина, природный, светильный, нефтяной, коксовый и другие газы.

Термитная сварка. Свариваемые детали помещают в огнеупорную форму, а в установленный сверху тигель засыпают термит — порошкообразную смесь алюминия с железной окалиной. При горении термитной смеси развивается высокая температура (более 2000°C), образуется жидкий металл, который при заполнении формы оплавляет кромки свариваемых изделий, заполняет зазор, образуя сварной шов.

1.3. СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И ШВЫ ПРИ СВАРКЕ ПЛАВЛЕНИЕМ

1.3.1. СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

По *форме сопряжения* соединяемых деталей различают следующие типы сварных соединений: стыковое, угловое, тавровое, нахлесточное и торцовое. Применяют также соединения нахлесточные с точечными или пробочными и прорезными швами, выполненными дуговой сваркой.

Стыковое соединение (рис. 1.2а) представляет собой сварное соединение двух деталей, расположенных в одной плоскости и примыкающих друг

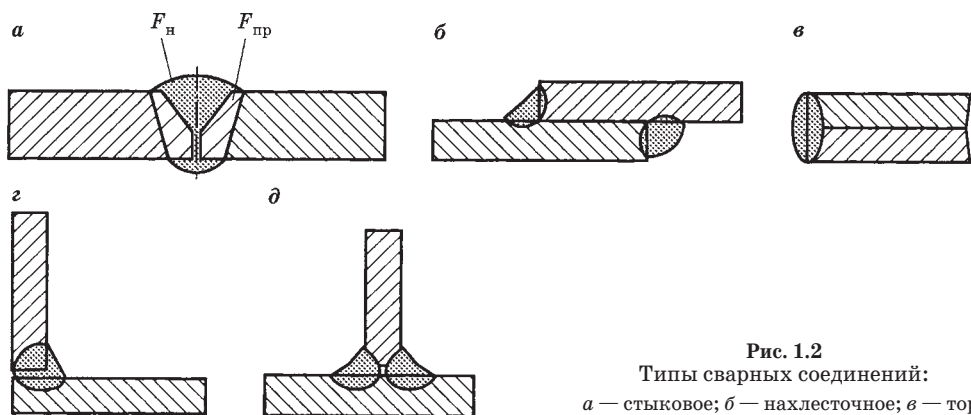


Рис. 1.2

Типы сварных соединений:

а — стыковое; б — нахлесточное; в — торцовое; г — угловое; д — тавровое.

к другу торцовыми поверхностями. Оно наиболее распространено в сварных конструкциях, поскольку имеет ряд преимуществ перед другими видами соединений.

Нахлесточное соединение представляет собой сварное соединение, в котором соединяемые элементы расположены параллельно и частично перекрывают друг друга (рис. 1.2б).

Торцовое соединение — это соединение, в котором боковые поверхности элементов примыкают друг к другу (рис. 1.2в).

Угловое соединение представляет собой сварное соединение двух элементов, расположенных под углом друг к другу и сваренных в месте примыкания их кромок (рис. 1.2г).

Тавровое соединение (рис. 1.2д) — это соединение, в котором к боковой поверхности одного элемента примыкает под углом и приварен торцом другой элемент. Как правило, угол между элементами прямой.

1.3.2. СВАРНЫЕ ШВЫ

В зависимости от *типов сварных соединений* различают стыковые, угловые, точечные и прорезные сварные швы.

Стыковые швы выполняют при сварке стыковых соединений, *угловые* — при сварке угловых, тавровых и нахлесточных соединений, *точечные* и *прорезные* — в тавровых и нахлесточных соединениях.

По *форме поперечного сечения* сварные швы бывают стандартные, выпуклые и вогнутые (рис. 1.3).

По *числу слоев* сварные швы могут быть однослойными и многослойными (рис. 1.4).

Слой — это часть металла сварного шва, которая состоит из одного или нескольких валиков, располагающихся на одном уровне поперечного сечения шва.

Валик — это металл шва, наплавленный или переплавленный за один проход.

Часть сварного шва, наиболее удаленную от его лицевой поверхности, называют *корнем шва*.

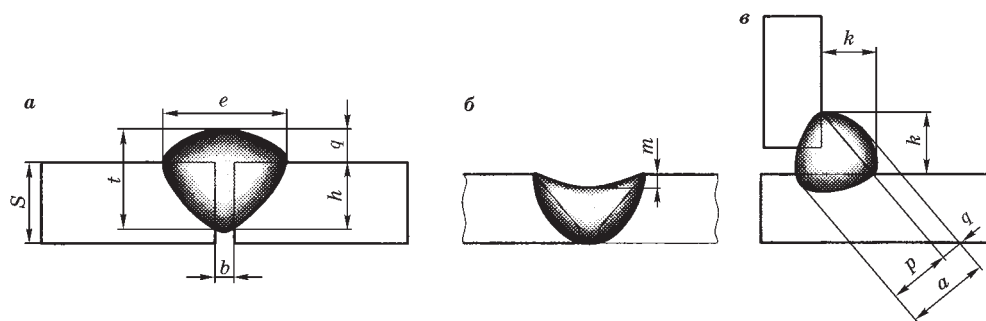


Рис. 1.3

Основные геометрические параметры стыкового (а) и углового (б, в) сварных швов:

S — толщина детали; e — ширина; q — выпуклость (усиление); m — вогнутость (ослабление); h — глубина проплавления; t — толщина стыкового шва; b — зазор в стыке; k — катет углового шва; p — расчетная высота углового шва; a — толщина углового шва.

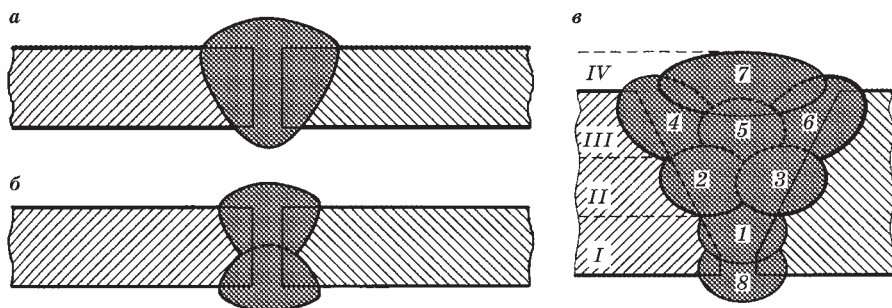


Рис. 1.4

Односторонний (а) и двусторонний (б) однопроходные швы и многослойный многопроходный (в) сварной шов:

в: 1–8 — последовательность выполнения проходов; I–IV — слои; 1 — корневой шов; 7 — облицовочный шов; 8 — подварочный шов.

В зависимости от *расположения швов* в конструкции сварку выполняют в разных пространственных положениях, основными из которых являются: нижнее, горизонтальное, вертикальное и потолочное (рис. 1.5).

По *характеру выполнения* различают одно- и двусторонние швы, выполняемые как на весу, так и на различного рода подкладках и флюсовых подушках.

Часть двустороннего шва, выполняемую предварительно для предотвращения прожогов при последующей сварке или накладываемую в последнюю очередь в корень шва для обеспечения высокого качества шва, называют *подварочным швом*.

По *условиям работы* швы подразделяют на *рабочие*, воспринимающие внешние нагрузки, и *связующие* (соединительные), предназначенные только для скрепления частей изделия и не рассчитанные на восприятие внешних нагрузок.

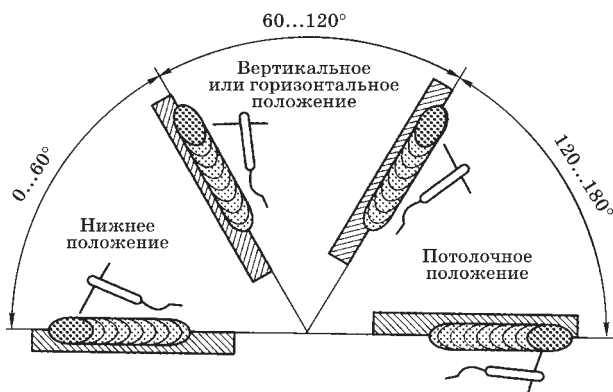


Рис. 1.5
Основные пространственные положения сварки:
1 — нижнее; 2 — вертикальное или горизонтальное; 3 — потолочное.

Изображения и обозначения швов сварных соединений на чертежах изделий должны соответствовать Единой системе конструкторской документации (ЕСКД). Независимо от вида сварки видимый шов сварного соединения условно изображают сплошной основной линией, а невидимый — штриховой. Обозначение шва отмечают линией-выноской, заканчивающейся односторонней стрелкой. Характеристика шва, расположенного на лицевой стороне листа (видимый шов), проставляется над полкой линии-выноски, а под полкой — для шва на обратной стороне листа (невидимый шов). Структура условного обозначения стандартного шва приведена на рисунке 1.6.

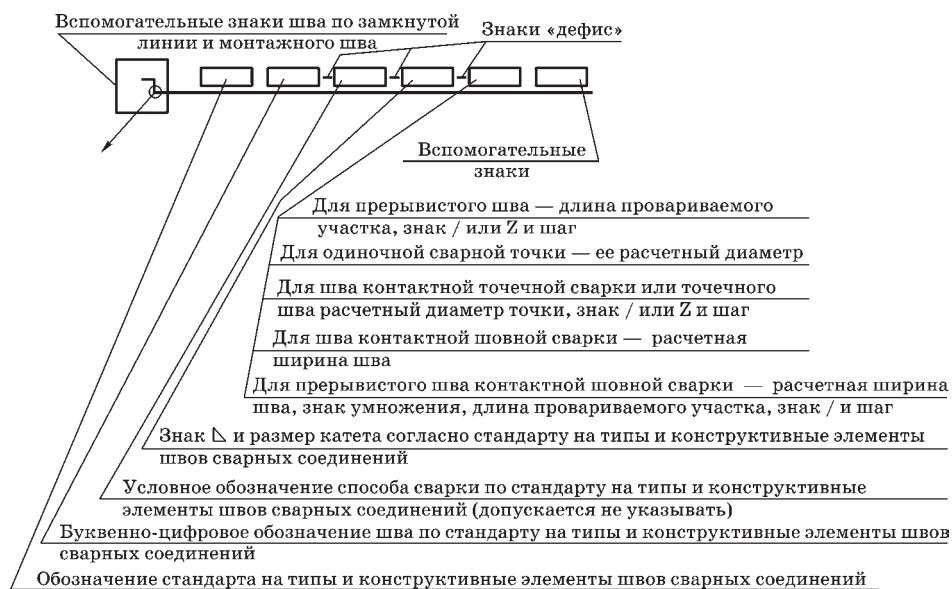


Рис. 1.6
Структура условных обозначений сварных швов на чертежах изделий

Ниже перечислены основные стандарты на виды и конструктивные элементы швов сварных соединений для различных видов сварки:

- ГОСТ 5264-80 «Ручная дуговая сварка. Соединения сварные»;
- ГОСТ 8713-79 «Сварка под флюсом. Соединения сварные»;
- ГОСТ 14771-76 «Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные»;
- ГОСТ 15164-78 «Электрошлаковая сварка. Соединения сварные»;
- ГОСТ 14806-80 «Швы сварных соединений. Дуговая сварка алюминия и алюминиевых сплавов»;
- ГОСТ 16098-80 «Соединения сварные из двухслойной коррозионно-стойкой стали»;
- ГОСТ 16038-80 «Швы сварных соединений трубопроводов из меди и медно-никелевого сплава»;
- ГОСТ 11533-75 «Автоматическая и полуавтоматическая дуговая сварка под флюсом. Соединения сварные под острыми и тупыми углами»;
- ГОСТ 27580-88 «Дуговая сварка алюминия и алюминиевых сплавов. Соединения сварные под острыми и тупыми углами».

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

Буквенная часть указывает на вид сварного соединения: С — стыковое; У — угловое; Т — тавровое; Н — нахлесточное. Цифры являются порядковым номером типа шва в данном конкретном стандарте.

Условные обозначения основных способов сварки следующие: Р — ручная дуговая сварка (штучным электродом); ЭЛ — электроннолучевая сварка; Ф — дуговая сварка под слоем флюса; ПЛ — плазменная и микроплазменная сварка; УП — сварка в активном газе (или смеси активного и инертного газов) плавящимся электродом; ИП — сварка в инертном газе плавящимся электродом; ИН — сварка в инертном газе неплавящимся электродом; Г — газовая сварка.

Сварные швы подразделяются также *по положению в пространстве* (рис. 1.7).

По *протяженности* различают швы непрерывные (сплошные) и прерывистые. *Непрерывный шов* — это сварной шов без промежутков по длине, *прерывистый шов* имеет промежутки по длине. Прерывистые швы могут быть цепными или шахматными (рис. 1.8а).

По отношению к *направлению действующих усилий* швы подразделяют на: продольные, поперечные, комбинированные и косые (рис. 1.8б).

Для обозначения сварных швов используют также вспомогательные знаки (табл. 1.1). Все элементы условного обозначения располагаются в указанной последовательности и отделяются друг от друга дефисом. Буквенные обозначения способа сварки необходимо проставлять на чертеже только в случае применения в данном изделии нескольких видов сварки. Можно не указывать на полке мини-выноски обозначения стандарта, если все швы в изделии выполняются по одному стандарту. В этом случае следует сделать соответствующее указание в примечаниях на чертеже.

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru