

2.4 Технология сварочного производства

2.4.1 Общие сведения

Необходимо, прежде всего, уяснить физическую сущность процесса сварки. Сварка как процесс получения неразъемного соединения широко распространена в машиностроении, благодаря преимуществам перед другими видами получения неразъемных соединений. Например, отсутствие ослабления конструкции и концентрации напряжений, что имеет место при клепке. На изготовление сварных изделий затрачивается металла и труда на 20-30% меньше, чем на изготовление аналогичных клепаных или литых изделий и др.

Рассмотрите классификацию способов сварки. Изучение способов сварки позволит выбрать наиболее целесообразную технологию сварки в зависимости от рода металла и работы узла или конструкции.

Вопросы для самотестирования:

- Физическая сущность формирования сварного соединения.
- Основные источники тепла и их характеристики.
- Классификация методов сварки.
- Основные технико-экономические преимущества сварки.

2.4.2 Физические основы сварки

По рекомендуемым учебникам уясните физическую сущность процесса сварки плавлением и давлением. При этом следует обратить внимание на то, что эти два вида сварки в свою очередь состоят из ряда последовательных стадий. Например, при сварке плавлением: нагрев и расплавление основного и присадочного металла с образованием жидкой ванночки; металлургическая обработка жидкого металла соединения (шва) и др.

Наличие жидкой ванны усложняет процесс сварки, так как при нагреве металла до температуры плавления неизбежно возникают процессы окисления и испарения. Для сохранения постоянного состава ванны нужно провести раскисление и легирование ванны. Сложность этих процессов обуславливается как малым объемом ванны, так и малым временем пребывания металла в жидком состоянии. Рассмотрите характер кристаллизации металла сварочной ванны.

При сварке совместной пластической деформацией к соединяемым заготовкам прилагают давление, при этом процесс можно вести с местным нагревом до пластического состояния (или до оплавления) или без нагрева места соединения (холодная сварка) для сплавов, обладающих высокой пластичностью.

Необходимо уяснить, что в процессе сварки происходят изменения структуры металла в зоне термического влияния, которые создают неоднородность механических свойств в различных участках сварных соединений.

В процессе сварки возникают сварочные напряжения, вызванные тепловым расширением с последующим сжатием металла (термическое напряжение), напряжения, вызванные усадкой при кристаллизации жидкого металла и напряжения, вызванные структурными изменениями металла в шве и в околошовной зоне. Появление напряжений приводит к деформации конструкций и даже к образованию трещин. Обратите внимание на методы борьбы со сварочными напряжениями и деформациями.

Необходимо ознакомиться с понятием свариваемости металлов и сплавов, основными факторами, влияющими на свариваемость и методами ее определения.

2.4.3 Способы сварки плавлением

Необходимо, прежде всего, изучить виды дуговой сварки, обратить особое внимание на процессы, происходящие в электрической дуге.

Нужно изучить оборудование и источники тока для дуговой сварки. Питание при электросварке производят переменным током от специальных трансформаторов, а постоянным током – от электропреобразователей. Для питания сварочной дуги применяют

источники, имеющие падающую внешнюю характеристику. Режим сварки определяет качество сварных соединений. Наиболее важным является правильно выбранная сила тока. Малый ток дает непровар, слишком большой – несплавление. Сила тока выбирается в зависимости от толщины и состава свариваемого металла, диаметра электрода, рода тока и положения шва в пространстве по формуле, приведенной в рекомендуемом учебнике.

При изучении ручной дуговой сварки следует ознакомиться с видами сварных соединений и типами швов. Для защиты металла от взаимодействия с газом атмосферы применяют различные способы защиты. При ручной дуговой сварке создается шлаковая защита сварочной ванны за счет нанесения на металлический электрод специальных обмазок. Следует обратить внимание на классификацию электродов и электродной проволоки согласно принятым ГОСТам.

Ручная сварка малопроизводительна при большом объеме наплавляемого металла, требует высокой квалификации сварщиков. Автоматическая сварка облегчает труд сварщиков и повышает качество сварного соединения. Автоматы для сварки копируют работу сварщика: подают сварочную проволоку к изделию до короткого замыкания, отводят проволоку на расстояние 2-3 мм и зажигают дугу, подают проволоку к изделию со скоростью, равной скорости плавления. Защита сварочной дуги осуществляется путем ее погружения в слой гранулированного флюса, который под действием тепла дуги расплавляется и создает вокруг дуги шлаковый газовый пузырь, полностью изолирующий дугу и ванну расплавленного металла от взаимодействия с воздухом. Дуга, горящая в таких условиях, обладает способностью саморегулирования, что позволяет применять в автоматах постоянную скорость подачи проволоки. Рассмотрите применяемые типы оборудования (сварочные головки на консолях, сварочные тракторы и полуавтоматические шланговые установки), их характеристику и схему работы.

Стали и сплавы сложных составов сваривать значительно труднее, чем обычные углеродистые стали. Для легко окисляемых металлов нужно решить задачу полной защиты металла. Так был разработан способ дуговой сварки в защитных газах – аргоне и гелии. В защитных газах можно сваривать металлы плавящимися и неплавящимися электродами. Дуга горит между электродом и металлом в атмосфере аргона, металл не изменяет своего химического состава.

Одним из мощных источников нагрева при сварке является плазма. Процессы, происходящие в плазме, аналогичны дуговым процессам, но за счет дополнительного потока газа, вдуваемого в сварочное сопло, столб дуги сжимается и его температура повышается до 18000-25000⁰С. Большая мощность струи позволяет проплавить металл на большую глубину, сваривать тугоплавкие металлы, металлы с неметаллами и наносить на поверхность металлов защитные покрытия из тугоплавких металлов и окислов металлов. Внимательно изучите способ электрошлаковой сварки, применяемый для сварки металла больших толщин. Рассмотрите сущность процесса, его преимущества и области применения.

Сварка электронным лучом в вакууме применяется для трудносвариваемых металлов – титана, молибдена, тантала, циркония и др. Трудность сварки указанных металлов связана с их высокой температурой плавления и большой активностью по отношению к газам атмосферы. При сварке этим методом детали помещают в специальную герметическую камеру и с помощью электронной пушки создается мощный поток электронов. Электроны, падая на деталь, тормозятся, их энергия превращается в тепловую, за счет чего деталь нагревается до плавления. При необходимости можно подавать в ванну присадочный металл. Вакуум исключает окисление ванны, а некоторые газы даже удаляются из свариваемого металла.

Газовую сварку применяют главным образом при выполнении ремонтных работ. При газовой сварке происходит плавление металла пламенем газов, сгорающих в кислороде. Температура пламени должна быть значительно выше температуры плавления

металла. Наибольшую температуру пламени дает ацетилен, поэтому ацетилено-кислородное пламя чаще всего применяется при сварке.

Ацетилен способен к взрыву, ввиду этого аппарата для газовой сварки должна обеспечить надежность и безопасность работы. Необходимо обратить внимание на конструкции горелок, редукторов, предохранительных затворов, ацетиленовых генераторов и баллонов для хранения и транспортировки газов.

Существует два способа резки: дуговая и кислородная. Дуговая основана на выплавлении металла из места реза; процесс кислородной резки основан на сжигании металла в струе кислорода. Дуговая резка применяется при демонтаже. Для резки специальных хромистых сталей, чугуна и медных сплавов используют кислородно-флюсовую резку. Надо разобраться в требованиях к металлам, подвергаемым газовой резке. Процесс резки может быть ручной и автоматический. Современные автоматы позволяют осуществлять процесс резки одновременно несколькими резаками по копиям.

2.4.4 Способы сварки давлением

При контактной сварке нагрев и размягчение металла деталей, сжатых электродами, осуществляется за счет тепла, выделяемого током при прохождении его через металл. Тепловыделение в зоне сварки определяется силой тока, длительностью прохождения тока и сопротивлением границ раздела деталей, т.е. режимом сварки и свойствами металла.

Рассмотрите виды контактной сварки, их технологические режимы, применяемое оборудование. При выборе вида контактной сварки исходят из условий работы конструкции. Свойства материала и его размеры определяют выбор типа машин для сварки. Существенную роль в выборе типа машины играет теплопроводность и электросопротивление свариваемого материала. Например, для сварки алюминия и его сплавов целесообразно применять конденсаторные машины, дающие кратковременный импульс тока большой величины.

Холодная сварка осуществляется без нагрева деталей путем создания давления в месте сварки; она применяется для пластичных металлов – меди, алюминия, цинка и свинца. При сварке трением источником нагрева является тепло, выделяющееся при трении соединяемых поверхностей. Рассмотрите виды и сущность сварки аккумулированной энергией и области ее применения.

Ультразвуковая сварка осуществляется ультразвуковыми колебаниями, возникающими от тока высокой частоты в вибраторе, жестко связанном с волноводом и деталью. Ультразвуковые колебания вызывают трение свариваемых поверхностей, что приводит к разрушению окисных пленок и разогреву металла.

Диффузионную сварку выполняют в специальной камере, снабженной источником нагрева и прессом, для создания диффузии, возникающей в нагретых и сжатых определенным давлением соединяемых поверхностях деталей.

Необходимо разобраться в преимуществах рассматриваемых видов сварки без расплавления с точки зрения качества получаемого соединения и возможности соединения разнородных материалов. Изучите области их применения.

2.4.5 Нанесение специальных покрытий

Наплавочные работы представляют собой самостоятельную область сварочного производства. Наплавка позволяет получать, на поверхности деталей машин из вязкой стали, упрочняющий слой, который способствует удлинению срока службы деталей. Наплавка находит применение и при восстановлении изношенных деталей машин. Широкое применение получили специальные металлические электроды, которые при наплавке дают различные комбинации твердых сплавов; применение автоматической наплавки трубчатой проволокой под слоем флюса позволяет восстанавливать дорогостоящее металлургическое оборудование (прокатные валки).

Особое внимание уделите изучению наплавки твердыми сплавами деталей машин, которые подвергаются сильному абразивному износу. Изучите, какие сплавы применяются для наплавки. Для восстановления больших изношенных поверхностей применяют электрошлаковую наплавку, вибродуговую (импульсную) наплавку в среде защитного газа, под слоем флюса и др.

Разберите способы напыления и металлизации деталей.

2.4.6 Технология сварки сплавов

Рассмотрите кристаллизацию металла сварного шва, неоднородность свойств в различных участках сварного шва. При этом следует иметь в виду, что выбор теплового режима сварки (вида источника нагрева и режима сварки) определяется в основном характером структурных превращений металла и толщиной деталей. Структурные превращения в околошовных зонах и в шве при сварке связаны с химическим составом сплавов. Чем сложнее сплав, тем сложнее технологический процесс его сварки. Трудность сварки стали растет с увеличением количества углерода в них, так как увеличивается их склонность к образованию закалочных структур, пористости, трещин. В таких случаях иногда бывает необходимо применять подогрев металла перед сваркой или после сварки.

Рассмотрите технологию сварки углеродистых и легированных конструкционных сталей. При сварке высоколегированных сталей (нержавеющих и жаропрочных) часто наблюдается выпадение карбидов и образование новых структурных составляющих. Это приводит к снижению механических и коррозионных свойств металла. В таких случаях часто бывает достаточным введение в ванну соответствующих легирующих компонентов.

Особую трудность представляет собой сварка чугуна. Технология сварки чугуна определяется свойствами чугуна и условиями эксплуатации чугунных изделий. Основная трудность сварки чугуна связана с его низкой пластичностью, в связи с чем, часто при сварке возникают трещины. Рассмотрите способы сварки чугуна.

Изучите способы сварки алюминия и его сплавов. Следует, однако, иметь в виду, что при сварке алюминия и его сплавов возникают трудности вследствие того, что алюминий легко окисляется и на его поверхности образуется тугоплавкая пленка окиси алюминия, препятствующая сплавлению кромок. Кроме того, жидкий алюминий хорошо растворяет водород, который располагается по границам зерен, снижающих прочность шва. Надо усвоить способы устранения этих недостатков.

Сварка меди и медных сплавов производится главным образом газовой и электродуговой сваркой (угольным электродом).

При изучении сварки тугоплавких металлов (титана, молибдена, ниобия и др.) необходимо уяснить, что, учитывая интенсивность поглощения ими газов (кислорода, азота, водорода), для получения качественных сварных соединений нужно создавать защиту места сварки от воздействия воздуха (в атмосфере аргона, электронным лучом в вакууме и др.).

2.4.7 Пайка металлов и сплавов

Изучая этот раздел, следует уяснить сущность пайки. Обратите внимание, что плавится только присадочный материал, имеющий более низкую температуру плавления, чем основной. Применяемые припои делятся на две основные группы: мягкие и твердые; уясните назначение мягких и твердых припоев, температуры их плавления.

В наше время в зависимости от масштабов производства широко применяются различные механизированные и автоматизированные методы пайки. Такие специальные методы, как ультразвуковая пайка, расширяют область применения пайки.

2.4.8 Контроль качества соединений

Для контроля и испытания качества швов применяют два вида испытаний: без разрушения шва и с разрушением шва. Следует знать, в каких случаях и, какой вид испытания применяется, каковы критерии оценки.

Дефектами сварных и паяных соединений называются такие, которые снижают прочность соединений и, следовательно, надежность всей сварной или паяной конструкции. Изучите виды дефектов и методы их контроля, обратив особое внимание на методы неразрушающего контроля (магнитный, рентгено- и гамма-дефектоскопия и др.).

Вопросы для самопроверки:

- Охарактеризуйте виды дефектов сварных швов. Причины образования пористости в сталях и алюминиевых сплавах.
- Основные виды контроля для обнаружения дефектов сварных соединений. Виды контроля с разрушением и без разрушения.
- Рентген и ультразвук как метод выявления пористости, трещин и непроваров соединений.
- Методы контроля герметичности сварных соединений.