

Методы и способы сварки

дата публікації: 2017.07.31



Сварка - это технологический процесс получения неразъемного соединения посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном или общем нагреве, или пластическом деформировании, или совместном действии того и другого. Сварка применяется для соединения металлов и их сплавов, термопластов во всех областях производства. В настоящее время создано очень много методов сварки. Все известные виды сварки принято классифицировать по основным физическим, техническим и технологическим признакам.

По физическим признакам, в зависимости от формы используемой энергии, предусматриваются три вида сварки:

- термическая сварка;
- термомеханическая сварка;
- механическая сварка.

Термический вид сварки включает все методы с применением тепловой энергии (дуговая сварка, газовая сварка, плазменная сварка и т.д.).

Термомеханический вид объединяет все методы сварки, при которых используются давление и тепловая энергия (контактная сварка, диффузионная сварка).

Механический вид включает методы сварки, осуществляемые с помощью механической энергии (холодная сварка, сварка трением, ультразвуковая сварка, сварка взрывом).

Методы сварки классифицируются по следующим техническим признакам:

- по типу защитного газа (в активных газах, в инертных газах);
- по способу защиты металла в зоне сварки (на воздухе, в среде защитного газа, в вакууме, под слоем флюса, с комбинированной защитой);
- по степени механизации (ручная, механизированная, автоматизированная, автоматическая);
- по характеру защиты металла в зоне сварки (со струйной защитой, в контролируемой атмосфере).

Наиболее распространенные методы сварки

Дуговая (электродуговая) сварка

Дуговая сварка металла – это сварка плавлением, при которой нагрев свариваемых кромок осуществляется теплом электрической дуги. Наибольшее применение получили четыре способа дуговой сварки.

Ручная дуговая сварка металла

Может производиться двумя способами: неплавящимся электродом и плавящимся электродом.

При ручной дуговой сварке неплавящимся электродом свариваемые кромки изделия приводят в соприкосновение. Между неплавящимся (угольным или графитовым) электродом и изделием возбуждают дугу. Кромки изделия и вводимый в зону дуги присадочный материал нагреваются до плавления, образуется ванночка расплавленного металла. После затвердевания металл в ванночке образует сварной шов. Этот способ используется при сварке цветных металлов и их сплавов, а также при наплавке твердых сплавов.

При ручной дуговой сварке плавящимся электродом используется так называемый штучный электрод с покрытием-обмазкой. Этот способ является основным при ручной сварке. Электрическая дуга возбуждается аналогично первому способу, но расплавляет и электрод и кромки изделия. Получается общая ванна жидкого металла, которая, охлаждаясь, образует шов.

Автоматическая и полуавтоматическая сварка металла под флюсом

Автоматическая и полуавтоматическая сварка металла под флюсом выполняется путем механизации основных движений, выполняемых сварщиком при ручной сварке металла – подачи электрода в зону дуги и перемещения его вдоль свариваемых кромок изделия. При полуавтоматической сварке механизирована подача электрода в зону дуги, а перемещение электрода вдоль свариваемых кромок производит сварщик вручную. При автоматической сварке металла механизированы все операции, необходимые для этого процесса. Жидкий металл в ванночке защищают от воздействия кислорода и азота воздуха расплавленным шлаком, образованным от плавления флюса, подаваемого в

зону дуги. Такая сварка металла обеспечивает высокую производительность и хорошее качество сварного шва.

Дуговая сварка металла в защитном газе

Дуговая сварка металла в защитном газе выполняется *неплавящимся* (вольфрамовым) или *плавящимся* электродом. В первом случае сварной шов формируется за счет металла расплавленных кромок изделия. При необходимости в зону дуги подается присадочный материал. Во втором случае подаваемая в зону дуги электродная проволока расплавляется и участвует в образовании шва. Защиту расплавленного шва от окисления и азотирования осуществляют струей защитного газа, оттесняющего атмосферный воздух из зоны дуги.

Электрошлаковая сварка металла

Электрошлаковая сварка металла осуществляется путем плавления металла свариваемых кромок изделия, расположенных вертикально или под углом 45° , и электрода теплотой, выделяемой током при прохождении через расплавленный шлак. Кроме того, шлак защищает расплавленный металл от воздействия воздуха. Снизу к свариваемым изделиям приваривается ручную поддон. По обе стороны зазора между изделиями прижимаются формирующие шов медные ползуны с водяным охлаждением. Затем на поддон насыпается специальный флюс, над которым располагаются одна или две электродные проволоки. Дуга возбуждается под флюсом между электродами и поддоном. В зону горения дуги электродная проволока подается специальным механизмом. За счёт тепла дуги электродная проволока и флюс расплавляются, в результате образуется ванна расплавленного металла и над ней шлаковая ванна. В дальнейшем необходимое тепло образуется за счёт прохождения тока через расплавленный шлак, обладающий высоким сопротивлением (согласно закону Ленца-Джоуля). По мере накопления в ванне жидкого металла и шлака медные ползуны вместе с механизмом подачи электродной проволоки и флюса перемещаются автоматически снизу вверх со скоростью подъёма жидкого металла.

Особые виды сварки металла

В промышленности и строительстве все более широкое распространение получают тугоплавкие и химически активные металлы и сплавы. Они применяются в особо ответственных узлах. Для получения высококачественных швов в этих случаях используют источники с высокой концентрацией теплоты и осуществляют сварку в среде с очень низким содержанием кислорода, азота и водорода. Наиболее часто применяются электронно-лучевая и плазменная сварки.

Электронно-лучевая сварка металла осуществляется путем использования кинетической энергии концентрированного потока электронов, движущихся с большой скоростью в вакууме. Устройство для электронно-лучевой сварки похоже на устройство кинескопа (катод, ускоряющий электрод, магнитная линза, напряжение 30-100 кВ).

Плазменная сварка металла основана на использовании струи ионизированного газа – плазмы, содержащего электрически заряженные частицы и способного проводить ток.

Энергия дуговой плазменной струи зависит от сварочного тока, напряжения, расхода газа и др. факторов. Источники питания дуги должны иметь рабочее напряжение более 120 В. Плазмообразующий газ служит также защитой расплавленного металла от окружающего воздуха.

Классификация методов сварки плавлением

Существующие методы сварки плавлением могут быть классифицированы по виду источников теплоты, способы сварки – по характеру защиты ванны и свариваемого металла от взаимодействия с атмосферой воздуха, особенности введения теплоты, степени автоматизации процессов и другим признакам. По виду источника теплоты могут быть выделены методы сварки плавлением: дуговая электрошлаковая; электронно-лучевая; светолучевая; газовая; плазменная; термитная.

По характеру защиты свариваемого металла и сварочной ванны от окружающей атмосферы могут быть выделены способы сварки со шлаковой, газосшлаковой и газовой защитой.

По особенностям введения теплоты различают способы сварки с непрерывным нагревом и импульсным.

По степени автоматизации процесса существующие способы сварки могут быть разделены на ручную, механизированную и автоматическую.

Характеристика наиболее широко применяемых в промышленности методов и способов сварки плавлением, учитывающая отмеченные технологические признаки, приведена в таблицах.

Отличительные признаки способов сварки	Дуговая сварка	Электрошлаковая сварка
Источник теплоты	Теплота, выделяющаяся при бомбардировке поверхности нагрева заряженными частицами, и теплота плазмы столба дуги	Теплота, выделяющаяся при прохождении тока через расплавленный шлак
Характер защиты	Газосшлаковая и газовая инертными и активными газами. Местная и общая. При нормальном внешнем и повышенном давлениях и в вакууме	Шлаковая
Введение теплоты	Непрерывный, импульсный	Непрерывный
Степень автоматизации	Ручная, механизированная и автоматическая	Автоматическая и механизированная

Отличительные признаки способов сварки	Лазерная сварка	Электронно-лучевая сварка
<i>Источник теплоты</i>	Теплота, выделяющаяся при бомбардировке поверхности нагрева электронами, получившими ускорение в поле высокого напряжения	Теплота, выделяющаяся при поглощении поверхностью нагрева индуцированного излучения с определенной длиной волны
<i>Характер защиты</i>	Общая в вакууме	Газовая инертными газами. Местная и общая. При нормальном и повышенном давлениях и в вакууме
<i>Введение теплоты</i>	Непрерывный, импульсный	Непрерывный, импульсный
<i>Степень автоматизации</i>	Автоматическая	Автоматическая

Отличительные признаки способов сварки	Газовая сварка	Плазменная сварка	Термитная сварка
<i>Источник теплоты</i>	Теплота, полученная при сжигании горючего газа в кислороде	Теплота, содержащаяся в ионизированном газовом потоке	Теплота, содержащаяся в перегретом жидком расплаве
<i>Характер защиты</i>	Газовая и газоплаковая	Газовая, инертными и активными газами. Местная и общая	Шлаковая
<i>Введение теплоты</i>	Непрерывный, периодический	Непрерывный	Непрерывный
<i>Степень автоматизации</i>	Ручная	Ручная и автоматически	Ручная

Свариваемость и паяемость металлов

Одним из важнейших свойств металлов является их способность подвергаться той или иной обработке. Можно говорить о способности металлов пластически деформироваться в холодном или горячем состоянии, обрабатываться резанием, изменять свои свойства под влиянием термической обработки и так далее. Очевидно, можно и необходимо говорить о способности металлов соединяться в процессе сварки и пайки – о их свариваемости и паяемости. Что следует понимать под свариваемостью

и паяемостью металлов и как их оценивать?

Содержание понятия свариваемость металлов не оставалось неизменным. Впервые оно было сформулировано в конце 20-х, в начале 30-х годов прошлого века. В соответствии с уровнем развития сварки и встречающимися затруднениями под свариваемостью понимали отношение металлов к тепловому воздействию. При сварке сталей с повышенным содержанием углерода в то время наибольшие затруднения вызывало предупреждение появления трещин в около шовных участках.

В последующие годы, с одной стороны, резко расширилась номенклатура металлов и сплавов, используемых в сварных конструкциях, с другой, – были разработаны и применены на практике многие новые методы сварки, значительно усовершенствована технология сварочных процессов, достигнуты большие успехи в разработке теоретических основ сварки. В этих условиях изменились и те затруднения, с которыми приходилось иметь дело при сварке.

Очевидно, что при определении понятия свариваемости металлов необходимо исходить из физической сущности сварки и отношения к ней металлов. Сварку целесообразно рассматривать как сочетание нескольких одновременно протекающих; процессов: взаимная кристаллизация металлов, тепловое воздействие на металл в около шовных участках и плавление, металлургическая обработка и кристаллизация металла шва. Под свариваемостью, следовательно, необходимо понимать отношение металлов к этим основным процессам.

Если металлы однородны, то взаимная кристаллизация любой формы между ними принципиально возможна. Однако своеобразные условия протекания сварки (высокая температура, рост дендритов от поверхностей частично оплавленных зерен, большая скорость кристаллизации, значительная степень деформации и др.) в некоторых случаях могут вызвать понижение свойств сварных соединений в области взаимной кристаллизации.

Понижение свойств металла в области взаимной кристаллизации возможно и при неправильном подборе присадочного металла. Например, при сварке алюминиевых сплавов часто используют присадочные прутки из алюминиево-кремниевого сплава с 5% Si марки АК. Однако при сварке сплавов, содержащих магний, магний взаимодействует с кремнием присадочного металла, образуя Mg_2Si , включения которого неблагоприятно влияют на свойства сварного соединения.

При сварке однородных металлов процесс взаимной кристаллизации принципиально возможен. Следует лишь оценивать в необходимых случаях степень возможного понижения свойств соединения в области взаимной кристаллизации.

При соединении разнородных металлов процесс взаимной кристаллизации далеко не всегда возможен. Например, эта имеет место тогда, когда металлы образуют химические соединения. В этих случаях внутрикристаллическая форма связи, между металлами возникнуть не может. Очевидно, такие металлы принципиально сварены быть не могут. Это дает право ввести понятие о принципиальности свариваемости металлов. *Принципиальная свариваемость есть способность пары металлов в*

условиях сварки образовать соединения на основе взаимной кристаллизации (внутрикристаллическая форма связи).

В тех относительно редких случаях, когда разнородные металлы могут быть сварены, необходимо оценивать свойства сварных соединений в области взаимной кристаллизации – степень их принципиальной свариваемости.

Поскольку существуют два различных вида процесса сварки (сварка с расплавлением металлов и сварка в пластическом состоянии), то принципиальную свариваемость необходимо соответственно подразделять для каждого из этих видов процесса.

Условия протекания второго и третьего процессов определяются методом сварки и его режимами. Поэтому отношение к ним металлов называется технологической свариваемостью. Технологическая свариваемость, в свою очередь, подразделяется на тепловую свариваемость (отношение металлов к тепловому воздействию) и металлургическую свариваемость (отношение металлов к плавлению, металлургической обработке и последующей кристаллизации).

Оценка тепловой свариваемости производится по отношению к вполне определенному свариваемому металлу. Несколько сложнее с оценкой металлургической свариваемости.

Если свариваются детали из одного металла и применяется аналогичный присадочный металл (или последний отсутствует), оценка металлургической свариваемости производится для вполне определенного металла. Если же свариваются неодинаковые металлы или присадочный металл иной, то оценку металлургической свариваемости необходимо производить с учетом образующихся сплавов в металле шва, что несколько усложняет вопрос. С другой стороны, путем соответствующего подбора присадочного металла, обеспечивающего получение оптимального состава металла шва, можно улучшить металлургическую свариваемость металлов.

Оценку технологической свариваемости необходимо производить применительно к конкретному методу сварки, а иногда и к определенным технологическим режимам. Очень часто металл хорошо сваривается одним методом и неудовлетворительно другим. Например, дуралюмин удовлетворительно сваривается точечной сваркой и плохо – газовой.

Технологическая свариваемость не есть нечто присущее металлам и сплавам. С развитием технологии сварки плохо сваривающиеся металлы и сплавы часто становятся хорошо сваривающимися. Правильная оценка технологической свариваемости требует глубокого анализа процесса сварки и хорошего изучения свойств свариваемого металла.

В настоящее время разработано много методик определения тепловой свариваемости металлов. Несколько сложнее определение металлургической свариваемости. Большое число факторов, влияющих на металлургическую свариваемость, требует для ее определения более сложных экспериментальных исследований. На практике этот вопрос решается путем проверки химического состава металла шва, его механических

свойств, чувствительности к образованию трещин и газовой пористости и т. д.

До настоящего времени еще не сформулировано понятие о паяемости металлов – об их способности образовывать соединения при пайке. Очевидно, решение этого вопроса должно быть аналогичным определению свариваемости металлов. Под паяемостью металлов и сплавов необходимо понимать их отношение ко всей совокупности процессов, происходящих при пайке. Последние, аналогично сварке, могут быть подразделены, как уже указывалось выше, на три обобщенных процесса. Следовательно, паяемость и есть отношение металлов и сплавов к этим процессам.

Однако следует отметить, что с помощью пайки могут быть соединены любые однородные и разнородные металлы. Поэтому введение понятия о принципиальной паяемости металлов вряд ли имеет практический смысл. Правильный подбор припоев позволяет обеспечить в подавляющем большинстве случаев вполне удовлетворительные свойства соединения в области непосредственного взаимодействия припоя с паяемым металлом.

"Сучасна Автомайстерня" № 9 (70) 2012

Джерело: