Содержание

Введение

1. Обработка металлов давлением

2. Объемная и листовая штамповка

3. Оборудование. Основные стадии и операции при штамповке

4. Пайка

1. Виды пайки

6. Классификация флюсов, припоев, инструмента для проведения процесса соединения металлов

Введение

Развитие народного хозяйства страны в значительной мере определяется ростом объема производства металлов, расширением сортамента изделий из металлов и сплавов и повышением их качественных показателей, что в значительной мере зависит от условий пластической обработки. Знание закономерностей обработки металлов давлением помогает выбирать наиболее оптимальные режимы технологических процессов, требуемое основное и вспомогательное оборудование и технически грамотно его эксплуатировать.

Металлы наряду со способностью деформироваться обладают также высокими прочностью и вязкостью, хорошими тепло- и электропроводностью. При сплавлении металлов в зависимости от свойств составляющих компонентов создаются материалы с высокой жаростойкостью и кислотоупорностью, магнитными и другими полезными свойствами.

Использование металлов человеком началось в глубокой древности (более пяти тысячелетий до н. э.). Вначале находили применение цветные металлы (медь, сплавы меди, золото, серебро, олово, свинец и др.), позднее начали применять черные — железо и сплавы на его основе.

Длительное время производство металлов носило примитивный характер и по объему было весьма незначительным. Однако в конце XIX в. мировая выплавка стали резко возросла с 0,5 млн. т в 1870 г. до 28 млн. т в 1900 г. Еще в большем объеме растет металлургическая промышленность в XX столетии. Наряду с увеличением выплавки стали появилась необходимость организовать в больших масштабах получение меди, цинка, вольфрама, молибдена, алюминия, магния, титана, бериллия, лития и других металлов.

Металлургическое производство подразделяется на две основные стадии. В первой получают металл заданного химического состава из исходных материалов. Во второй стадии металлу в пластическом состоянии придают ту или иную необходимую форму при практически неизменном химическом составе обрабатываемого материала.

Способность металлов принимать значительную пластическую деформацию в горячем и холодном состоянии широко используется в технике. При этом изменение формы тела осуществляется преимущественно с помощью давящего на металл инструмента. Поэтому полученное изделие таким способом называют обработкой металлов давлением или пластической обработкой.

Обработка металлов давлением представляет собой важный технологический процесс металлургического производства. При этом обеспечивается не только придание слитку или заготовке необходимой формы и размеров, но совместно с другими видами обработки существенно улучшаются механические и другие свойства металлов.

Теория обработки металла давлением, созданная трудами многих отечественных и зарубежных ученых, являясь прикладной инженерной дисциплиной, непрерывно развивается в соответствии с растущими требованиями эффективности производства и качества изделий, получаемых пластической обработкой, при непрерывном увеличении их выпуска.

Теория пластической деформации металла развивается в трех взаимосвязанных направлениях: 1) физическое направление экспериментально и теоретически изучает механизм и физическую природу пластического формоизменения металла, определяет условия, при которых появляется пластическая деформация, рассматривает роль трения, устанавливает влияние температуры, скорости деформации, условий напряженного состояния на поведение металла при пластическом деформировании; 2) физико-химическое направление изучает связь химического состава металла и его фазового состояния с поведением металла при пластической обработке; 3) математическое направление решает вопросы напряженного и деформированного состояния в пластически обрабатываемом теле, определяет математические условия перехода тела в пластическое состояние.

Сварку и пайку, как виды получения неразъемных соединений, широко применяют в различных отраслях техники. За последние 20 лет разработаны и освоены новые и специальные виды (методы) сварки и пайки, которые внесли коренные изменения в технологию изготовления машин, механизмов, приборов и сооружений.

Достигнуты большие успехи в совершенствовании и внедрении в промышленность широко известных, прогрессивных видов дуговой, электрошлаковой и контактной сварки, низкотемпературной и высокотемпературной пайки с флюсами, в защитном газе и вакууме. Совершенствуется сварка и пайка углеродистых, легированных и нержавеющих сталей, цветных и тугоплавких металлов, жаропрочных сплавов и неметаллических материалов.

Расширяется применение высокопрочных сталей, жаропрочных сплавов на основе никеля и хрома, титановых и алюминиевых сплавов, монокристаллов, волокнистых композитных и неметаллических материалов на основе карбидов, боридов, силицидов и др. Большинство из этих материалов при сварке обычными, традиционными видами сварки, нагреваясь, окисляется, реагируя при этом со многими компонентами газов и флюсов, в результате чего снижается их прочность.

Новые и специальные виды сварки, а также пайки не имеют указанных выше недостатков, так как зона нагрева незначительна вследствие высокой концентрации энергия и малой длительности процессов (например, действие электронного луча, светового излучения, взрыва) или нагрев отсутствует (например, холодная сварка). Применение новых и специальных видов сварки и пайки дает большой экономический эффект.

Электронно-лучевая сварка позволяет получать соединения стальных деталей толщиной от долей миллиметра до 120 мм, а деталей из алюминия и титана толщиной до 200 мм за один проход. Многопучковые лучи обеспечивают высококачественную сварку труб в трубные решетки за один импульс. За доли секунды девятипучковый луч сваривает сепаратор шарикоподшипника. Производство изделий новой техники связано с применением световой, лазерной, диффузионной и прессовой сварки. При сварке разнородных металлов, плакировании и резке все шире применяют энергию взрыва. Ультразвуковую сварку наряду с получением соединений из металлов и пластмасс применяют даже в медицине.

Область применения новых и специальных видов сварки значительно расширяется в микроэлектронике и приборостроении, автомобилестроении и энергомашиностроении, в авиационной и космической технике, в строительстве и сельском хозяйстве, в медицинской практике. Новые и специальные виды сварки и пайки позволяют теперь создавать конструкции с заданными параметрами из материалов с различными теплофизическими свойствами, свободными от внутренних напряжений и не требующих последующей термической и механической обработки.

Владение основами теории специальных видов сварки, пайки, обработки металлов — важная часть в подготовке высококвалифицированных специалистов.

1. Обработка металлов давлением

Одним из существенных достоинств обработки металлов давлением является возможность значительного уменьшения отходов металла по сравнению с обработкой резанием. Другим достоинством является возможность повышения производительности труда, т.к. в результате однократного приложения усилия можно значительно изменить форму и размеры заготовки. Кроме того, пластическая деформация сопровождается изменением физико-механических свойств металла заготовки, которые можно использовать для получения деталей с требуемыми служебными свойствами (прочностью, жесткостью, сопротивлением износу, и т.п.) при наименьшей их массе. Эти и другие достоинства приводят к тому, что удельный вес обработки давлением неуклонно возрастает.

Основные операции обработки давлением классифицируют в зависимости от используемого инструмента, оборудования, температуры обрабатываемого металла и других признаков. В зависимости от применяемого инструмента, деформирующего металл, различают:

1) штамповую обработку,

2) бесштамповую обработку.

При штамповой обработке на машине используют специальный инструмент - штамп (отсюда и происходит название). С помощью штампа можно получать изделия одинаковых размеров.

При бесштамповой обработке на машине используют универсальный деформирующий инструмент, позволяющий получать различные размеры изделий одинаковой формы (круглый, квадратный, прямоугольный пруток, лист, ленту).

К операциям штамповой обработки относят:

1) операции холодной листовой штамповки,

2) операции холодной объемной штамповки,

3) операции горячей (листовой и объемной) штамповки.

При операциях листовой штамповки в процессе пластического деформирования толщина исходной заготовки не меняется или изменяется незначительно.

При операциях объемной штамповки размеры исходной заготовки значительно изменяются по трем направлениям. Основными операциями бесштамповой обработки являются:

1) прокатка,

2) волочение.

Операции холодной листовой штамповки делятся на три основные группы:

- разделительные,

- формообразующие,

- комбинированные.

К разделительным операциям листовой штамповки относят:

отрезку, разрезку, обрезку, вырезку, надрезку, просечку, вырубку, пробивку, зачистку, калибровку и др. При разделительных операциях происходит отделение полное, (отрезка, разрезка, обрезка, вырезка, вырубка, пробивка, зачистка, калибровка) или частичное (надрезка, просечка) металла от исходной заготовки. Результатом этих операций являются или готовые детали или заготовки, используемые для последующей обработки.

К формообразующим операциям относят: гибку, вытяжку, отбортовку, обжим, формовку и др. При формообразующих операциях исходная плоская заготовка деформируется в пространственную деталь. При этом плоская заготовка или локально (гибка, отбортовка, обжим, формовка) или полностью (вытяжка) деформируется.

К комбинированным операциям относят - различные комбинации одновременно выполняемых в одной или нескольких позициях штампа различных операций. Операции холодной объемной штамповки: выдавливание, высадка, чеканка и калибровка, накатка резьб и зубчатых колес и др.

В холодной штамповке применяют разнообразные как металлические, так и неметаллические материалы.

Неметаллические штампуемые материалы разделяют на две группы. К первой группе относят: бумагу, картон, прессшпан, кожу, фетр, войлок, резину и прорезиненную ткань, хлопчатобумажные и шерстяные ткани и другие прокладочные материалы. Ко второй группе относят конструкционные, электроизоляционные и теплоизоляционные материалы:

1) слоистые пластмассы - текстолит, гетинакс, стекло- текстолит, асботекстолит, фибра, древеснослоистые пластики и др.,

2) блочные пластмассы - органическое стекло, целлулоид, винилласт, поливинилхлорид, полиэтилен,

3) асбестовые изделия - бумага асбестовая, картон асбестовый, гидроизол, паронит, асбометаллическое армированное полотно,

4) слюда и миканиты: слюда (мусковит, флагонит, биотит), миканиты

(коллекторный, прокладочный, формовочный и гибкий).

К металлическим относятся следующие металлы и их сплавы: железо, медь, алюминий, магний, цинк, никель, титан; обрабатывают штамповкой и менее распространенные металлы и их сплавы: молибден, тантал, кобальт, бериллий, цирконий, золото, серебро, платину и др.

2. Объемная и листовая штамповка

Объемная штамповка.

Холодная объемная штамповка — один из наиболее производительных методов изготовления деталей из сталей, цветных металлов и их сплавов. Его широко применяют в машиностроении, приборостроении и других отраслях металлообрабатывающей промышленности.

Холодная объемная штамповка по сравнению с обработкой резанием обеспечивает более высокую производительность, экономное расходование металла и способствует улучшению его механических свойств, повышению надежности и долговечности эксплуатации изготовленных деталей.

По сравнению с горячей объемной штамповкой, холодная имеет ряд преимуществ: отпадает необходимость нагрева металла, исключаются операции, необходимые для удаления окалины, а также обезуглероживание поверхностного слоя металла и др. Кроме этого, при холодной объемной штамповке отходы металла значительно меньше, точность штампованных деталей может достигать 4—3-го классов (при горячей — 7—5-го классов), чистота поверхности может быть обеспечена до 7-го класса шероховатости и выше.

Детали, изготовляемые холодной объемной штамповкой, нередко доделывают резанием: подрезают торцы, прорезают узкие пазы, сверлят отверстия малых диаметров и др.

Холодная объемная штамповка и холодная высадка применяются для изготовления различных стандартных, нормализованных или оригинальных (нестандартных) деталей, например болтов, винтов, заклепок, шариков, роликов и колец подшипников качения, фасонных гаек автомобилей, поршневых пальцев, мелких цилиндрических и конических зубчатых колес, корпусов запальных свечей автомобиля, формоизменяющие.

Методом холодной объемной штамповки практически можно обработать многие стали, а также деформируемые цветные металлы и сплавы (латуни, сплавы алюминия и некоторые другие). Плохо поддаются деформированию в холодном состоянии, стали со значительным содержанием углерода, некоторые сложные легированные стали, сплавы титана, ряд цветных сплавов.

К формоизменяющим операциям холодной объемной штамповки относят: предварительное деформирование заготовок, осадку, прессование (выдавливание), выдавление полостей, калибровку, чеканку, высадку, гибку и некоторые другие, которые осуществляют на кривошипных или гидравлических прессах.

Предварительное деформирование обеспечивает обжатие рубленой заготовки в матрице для придания ей требуемой формы. Иногда эту операцию называют калибровкой заготовок. Предварительное деформирование позволяет устранять дефекты после рубки и получать точные по форме и размерам заготовки, что создает благоприятные условия для дальнейшей штамповки и повышает стойкость штампов.

Осадка — это операция холодной объемной штамповки, в результате которой формообразование полуфабриката происходит за счет уменьшения высоты заготовки с одновременным увеличением ее поперечного размера.

Холодную осадку применяют для получения деталей с односторонними и двухсторонними выступами, а также и более сложной формы.

Листовая штамповка

Листовой штамповкой изготовляют самые разнообразные плоские и пространственные детали массой от долей грамма и размерами, исчисляемыми долями миллиметра (например, секундная стрелка ручных часов), и детали массой в десятки килограммов и размерами, составляющими несколько метров (облицовка автомобиля, самолёта, ракеты).

Для деталей, получаемых листовой штамповкой, характерно то, что толщина их стенок незначительно отличается от толщины исходной заготовки. При изготовлении листовой штамповкой пространственных деталей заготовка обычно испытывает значительные пластические деформации. Это обстоятельство вынуждает предъявлять к материалу заготовки достаточно высокие требования по пластичности.

При листовой штамповке чаще всего используют низкоуглеродистую сталь, пластичные легированные стали, медь, латунь, содержащую более 60 % Cu, алюминий и его сплавы, магниевые сплавы, титан и др. Листовой штамповкой получают плоские и пространственные детали из листовых неметаллических материалов, таких, как кожа, целлулоид, органическое стекло, фетр, текстолит, гетинакс и др.

Листовую штамповку широко применяют в различных отраслях промышленности, особенно в таких, как авто-, тракторе-, самолето-, ракето- и приборостроение, электротехническая промышленность и др.

К преимуществам листовой штамповки относятся:

-возможность получения деталей минимальной массы при заданной их прочности и жесткости, достаточно высокие точность размеров и качество поверхности, позволяющие до минимума сократить отделочные операции обработки резанием;

-сравнительная простота механизации и автоматизации процессов штамповки, обеспечивающая высокую производительность (30—40 тыс. деталей в смену с одной машины);

-хорошая приспособляемость к масштабам производства, при которой листовая штамповка может быть экономически целесообразной и в массовом, и в мелкосерийном производстве.

Холодной объемной штамповкой удается получать сложные изделия и заготовки с точностью размеров до 8-ого квалитета и шероховатостью поверхностей, равной 5-10 мкм. В связи с этим, несмотря на ряд ограничений технологической возможности, холодная объемная штамповка получает все большее применение в различных отраслях промышленности.

3. Оборудование. Основные стадии и операции при штамповке

Основным оборудованием (машинами) для холодной штамповки служат универсальные и специальные прессы. На универсальных прессах выполняют разные штамповочные операции: вырубку, гибку, вытяжку и др., а на специальных — только определенные, например глубокую вытяжку, специальную гибку.

По способу привода рабочих органов прессы подразделяют на механические, гидравлические, пневматические, электромагнитные. У механических прессах рабочие органы приводятся в действие электродвигателем с помощью механической передачи, у гидравлических—плунжером гидравлического цилиндра, который перемещается под действием жидкости высокого давления, и т. п.

Пресса для штамповки могут быть простого действия — с одним ползуном и двойного или тройного действия — соответственно с двумя или тремя ползунами, имеющими самостоятельные приводы. Первые обычно универсальны, а вторые и третьи относятся к специальным прессам и применяются главным образом для глубокой и сложной вытяжки.

Современные штамповочные прессы оснащаются устройствами для механизации или автоматизации работы или представляют собой пресс-автоматы.

Для получения заготовок исходный материал для штамповки нередко разрезают на механических или гидравлических ножницах разных типов.

Кривошипные или гидравлические листовые ножницы предназначаются для прямолинейной резки листов на полосы или на отдельные заготовки. Широкую ленту разрезают на более, узкие на дисковых ножницах с цилиндрическими ножами. Вырезку или обрезку по криволинейному контуру можно выполнять на высечных или вибрационных ножницах или на дисковых с коническими ножами. Сортовой прокат и профили разрезают на пресс-ножницах или на комбинированных пресс-ножницах.

Кроме прессов и ножниц, в цехах холодной штамповки устанавливают и иное оборудование, например машины, станки для накатки резьб и т. д. Однако количество таких машин в цехах холодной штамповки относительно невелико.

Конструкции прессов, ножниц и других машин для холодной штамповки непрерывно совершенствуют. Повышается их производительность и оснащенность устройствами для механизации и автоматизации работы, улучшается удобство их обслуживания.

Операции холодной штамповки могут осуществляться на механических и гидравлических прессах, а так же на холодноштамповочном оборудовании других видов.

К механическим прессам относятся:

- кривошипные прессы общего назначения, на которых выполняют различные операции листовой штамповки после соответствующей переналадки;

- кривошипные вытяжные пресса двойного действия, используемые для глубокой вытяжки из листовой заготовки;

- кривошипно-коленные пресса – чеканочные и предназначенные для холодной объемной штамповки;

- винтовые пресса на которых выполняют операции объемной штамповки;

- листоштамповочные и холодновысадочные пресса - автоматы.

Гидравлические пресса применяют для формоизменяющих операций листовой и объемной штамповки. К другим видам холодноштамповочного оборудования относятся листовые и сортовые ножницы, листосортоправильные и гибочные машины, а также другие машины ротационного типа.

Штамповку осуществляют в штампах (инструмент) и в основном на прессах (машины). При штамповке металла заготовки деформируются, приобретая заданные формы.

Основными деформирующими (обрабатывающими) деталями штампа служат пуансон и матрица.

Штампом называют технологическую оснастку, с помощью которой заготовка в процессе ее обработки приобретает требуемые форму и размеры. Штамп состоит из двух сборных единиц – блока и пакета. Блок служит для крепления пакета и совмещения рабочих деталей штампа во время штамповки. Он состоит из верхней и нижней плит, направляющих колонок и втулок. За верхнюю плиту штамп крепится к ползуну пресса, а нижняя закрепляется на подштамповой плите, устанавливаемой на столе пресса. Колонки и втулки служат для точного направления верхней плиты относительно нижней в процессе их взаимодействия. В пакет собираются рабочие детали штампа и вспомогательные детали, которые служат для фиксации и крепления рабочих, а также для выполнения действий, сопровождающих операции или переходы. Пакет крепится в блоке штампа.

По технологическому признаку различают несколько видов штампов. Штампы простого действия применяют для выполнения одной или нескольких одинаковых технологических операций за один ход ползуна пресса в переделах одного шага штамповки. Эти штампы отличаются простотой конструкции и меньшей стоимостью. В штампах совмещенного действия выполняются одновременно две или несколько технологических операций (переходов) за один ход ползуна пресса в пределах одного шага штамповки. В штампах последовательного действия выполняется несколько технологических операций (переходов) за несколько ходов ползуна пресса и за несколько ходов ползуна пресса и за несколько шагов штамповки. Штампы совмещенного и последовательного действия более трудоемки в изготовлении и стоимость их больше, однако их использование позволяет изготовлять сложные изделия с более высокой производительностью.

По технологическому назначению штампы объединяют в группы, к которым относятся штампы для разделительных операций (вырубка, пробивка, отрезки) и штампы для формоизменяющих операций (вытяжки, гибки, формовки, чеканки, выдавливания и др.). При изготовлении сложных изделий применяют комбинированные штампы. Например, в одном штампе могут производиться вырубка и пробивка, пробивка и отрезка, вырубка и вытяжка, калибровка и чеканка и др. Применяют также штампы с направляющими плитами и без них.

Штампы для холодной объемной штамповки. Эти штампы отличаются повышенной прочностью основных деталей и высокой точностью их сопряжения. Более высокая прочность деталей штампов обусловлена тем, что холодная объемная штамповка сопровождается большим удельными условиями (до 2500 МПа), которые вызывают в деталях штампа высокие напряжения и приводят к более интенсивному износу рабочих поверхностей. Методами холодной объемной штамповки получают поковки высокой точности, что обусловлено высокой точностью сопряжения деталей штампа. Так, например, соосность пуансона и матрицы и минимальный радиальный зазор между ними обеспечивают получение при выдавливании поковки без заусенца и с минимальной разностенностью.

Матрицы изготовляют из сталей Х12М, Х12Ф1, Х4В7ФМ и ШХ15. Наибольшее распространение для изготовления пуансонов получили стали Х12М и Р6М5. Пуансоны и матрицы закаливают до твердости НRС 58-60. Наиболее износостойкими материалом для матриц являются твердые сплавы вольфрамовой группы – ВК15, ВК20С, ВК20КС и др. (ГОСТ 3882-74). Верхнюю и нижнюю плиты изготовляют из стали 40Л с твердостью НRС 28-32.

4. Пайка

Пайка — способ образования неподвижных соединений за счет смачивания твердых поверхностей более легкоплавким расплавленным металлом (припоем). При смачивании устанавливаются межатомные связи между соединяемыми деталями и припоем. С помощью пайки ведут сборку различных типов соединений: внахлест, встык, тавровые, телескопические. Паяное соединение состоит из трех зон: припой и две диффузионные зоны «припой — соединяемый металл». Для обеспечения смачивания припоем паяных поверхностей необходимо удаление жировых и окисных пленок механическим (стальными щетками, абразивной или ультразвуковой обработкой) или химическим (травление) путем.

Элементами паяного соединения являются: зазор между соединяемыми поверхностями; галтель — валик припоя вокруг паяного соединения, образуемый после пайки; паяный шов. Технологический процесс пайки включает в себя подготовку поверхностей, сборку деталей, укладку припоя (возможно, с нанесением флюса), пайку (местный или общий нагрев), обработку соединения после пайки (удаление лишнего припоя, флюса). Припой — чистый металл или сплав, вводимый в зазор между паяными поверхностями. Для низкотемпературной пайки обычно применяют припои на основе сплава «олово-свинец». Припои специального назначения имеют добавки: галлий, индий, кадмий, серебро, золото. Характеристика и назначение некоторых припоев приведены в табл. 1.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Припой | Марка | Т.п. °С  | Область применения |
| Низкотемпературная пайка |
| Оловянисто-свинцовый  | ПОС40 | 220 | Радиаторы автомобилей |
| Оловянисто-свинцово-сурьмянистый | ПОССуЗО-2 | 250 | Электроарматура |
| Висмутовый | Сплав Вуда | 74 | Медь и ее сплавы |
| Галлиевый | Г15 ( |  | Паста для пайки алюминия и его сплавов |
| Цинковый | пкц | 300 | Алюминий и его сплавы |
| Высокотемпературная пайка |
| Медный | М0-М4 | 1083  |  Сталь, металло­керамика  |
| Медно-цинковый | Л68 | 940 | Сталь |
| Жаропрочный | ВПр1 | 1 120 | Жаропрочные стали |

5. Виды пайки

В соответствии с технологическими особенностями процесса пайку классифицируют по следующим признакам:

- по характеру взаимодействия твердого и жидкого металлов при возникновении спая;

- по особенностям технологии образования паяного соединения;

- по способам нагрева.

По первому признаку выделяют пять видов спаев.

1. Бездиффузионный — в процессе пайки основной металл и жидкий припой вступают в физико-химическое взаимодействие, обусловленное разницей их свойств и энергетического состояния. При снижении температуры пайки и времени выдержки интенсивность взаимодействия уменьшается и появляется возможность образования химических связей при отсутствии диффузии в объеме взаимодействующих металлов.

2. Диффузионный - наблюдается растворение основного металла в припое и взаимная диффузия элементов входящих в состав припоя и основного металла. Используется для повышения температуры плавления припоя и выравнивания химического состава шва и основного металла.

3. Капиллярный — расплавленный припой затекает в зазор благодаря смачиванию стенок капилляра. Заполнение зазора зависит от величины поверхностного натяжения и плотности припоя.

4. Контактно-реактивный — жидкий припой образуется в результате взаимодействия с основным металлом (взаимной диффузии) введенных в зазор твердых металлических прокладок или покрытий, которые наносятся на контактируемые поверхности различными методами металлизации. При этом температура плавления припоя ниже температуры плавления металла прокладок.

5. Металлокерамический — осуществляется припоями наполнителями (порошками или волокнами) более тугоплавких, чем припои, металлов. Шов образуется в результате взаимодействия жидкой части припоя с основным металлом и наполнителем, что приводит к повышению температуры плавления и прочности металла шва. Такие припои обладают малой растекаемостью, и перед пайкой их закладывают в зазор между деталями.

Нагрев деталей при пайке может быть местным (в районе шва) и общим. По температурам плавления припои делятся на мягкие (Тп > 450 °С) и твердые (Тп = 450…900 °С). Местный нагрев может производиться пламенем газовой горелки, индукционным нагревом, паяльником. Общий нагрев производится в печах, пайкой погружением в ванну расплавленных солей, флюсов, припоя.

Взаимодействие между металлами при пайке может завершаться на разных стадиях развития процессов между основным металлом и припоем. В соответствии с этим будут меняться состав, структура спая и отдельных зон паяного соединения. Если процесс прекращается на стадии возникновения химических связей, когда можно пренебречь взаимной диффузией паяемого металла и расплава припоя, то образуется бездиффузионный спай. Последующая выдержка во времени создает условия для развития диффузионных процессов. Спай, который образуется в условиях протекания растворно-диффузионных процессов, называют растворно-диффузионным. Спаи, возникающие в результате контактного плавления (переход в жидкое состояние разнородных материалов при температуре ниже их точки плавления), относят к контактно-реакционным.

6. Классификация флюсов, припоев. Инструмент для проведения процесса соединения металлов

Флюсы для пайки

Следует отметить, что наряду с тщательной подготовкой поверхности детали в процессе пайки происходит окисление металла из-за нагрева поверхности, могут возникнуть окисные пленки в процессе длительного хранения деталей после обработки поверхности. Поэтому при пайке практически всегда применяют флюсы, которые предназначены для защиты металла от окисления кислородом из окружающей среды, очистки поверхностей от окисных пленок и улучшения смачиваемости металла припоем.

Флюс для пайки должен иметь меньший удельный вес и температуру плавления, чем припой, и в расплавленном виде хорошо смачивать металл. Эти свойства способствуют очистке поверхностей от окисных пленок до плавления припоя и вытеснению флюса по мере растекания припоя. В зависимости от свойств паяемых металлов и применяемых для них припоев флюсы можно разделить на три группы.

 Флюсы, предназначенные для пайки мягкими припоями на основе олова и свинца. Основой таких флюсов служат органические соединения (канифоль, вазелин), хлориды цинка или аммония. При температуре 300...400. °С канифоль разлагается с выделением углерода и водорода, что ведет к интенсификации восстановления окислов паяемого металла. В нашей стране и за рубежом разработано большое количество флюсов для низкотемпературной пайки черных и цветных металлов. Перечисленные выше органические вещества в чистом виде в настоящее время применяются редко. Большое применение нашли органические флюсы, активированные различными неорганическими соединениями. Такие флюсы используются для пайки не только меди и ее сплавов, но и конструкционных углеродистых и коррозионностойких высоколегированных сталей. Примером может служить флюс ЛМ-1, предназначенный для пайки хромоникелевых, коррозионностойких сталей припоем с содержанием олова 30%. Он имеет состав: ортофосфорная кислота 32%, канифоль 6%, спирт этиловый 62%. Температурный интервал активности флюса составляет 200...240 °С. Другой флюс состава: хлористый цинк 48%, хлористый аммоний 12% и вода 40% — предназначен для пайки углеродистых и низколегированных сталей, меди, никеля и их сплавов и имеет температурный интервал активности 150...320 °С.

Флюсы, предназначенные для пайки твердыми припоями. Они содержат фтористые соединения, фторобораты и обязательно борный ангидрид, борную кислоту, или плавленую буру. Флюсы получают методом сплавления компонентов, используют сплав в виде порошков или паст, замешанных на воде, спирте или других связках. Так, для пайки инструкционных и коррозионностойких легированных сталей служит флюс марки ПВ209, имеющий состав: калия фтористого 41...43%, оксида бора 34...36%, тетрафторбората калия 22...24%. Температурный интервал активности 800... 1200 °С. Флюс марки 18В служит для пайки сталей, никелевых, медных сплавов серебряными припоями, содержит фтористый калий и борную кислоту его температурный интервал 550...850 °С.

Флюсы, предназначенные для пайки алюминия и его сплавов (фториды и хлориды металлов). Примером может служить флюс марки Ф5, содержащий хлористый калий (45%), хлористый магнии (28%), фтористый натрий (10%), хлористое олово (3%), хлористый кадмий (4%). Температурный интервал его активности 420...620 °С, и он предназначен для пайки алюминиевых сплавов.

Газовая пайка. При этом способе нагрев места пайки осуществляется газовыми горелками. Для пайки мелких деталей пользуются горелками, работающими на воздухе с природным (метаном), или другим горючим газом, или же ацетиленом. Для крупных деталей применяют горелки, работающие на кислороде с метаном или другими горючими газами, в особенности ацетиленом. Кислородно-ацетиленовые горелки применяют как специальные для пайки, дающие широкий факел, так и нормальные, сварочные. Специальные горелки для пайки создают менее концентрированный нагрев и охватывают пламенем сразу значительную поверхность; пламя поддерживается с небольшим избытком ацетилена.

Пайка погружением. При этом способе пайка производится погружением изделия в ванну с расплавленным припоем или в ванну с расплавленными солями. Для металлических ванн обычно используют медно-цинковые припои. Расплавленный припой в ванне покрывают слоем флюса. Поверхность изделия, которая должна остаться чистой, без припоя, смазывают пастами и растворами, препятствующими ее смачиванию.

Соляные ванны для твердой пайки устраивают по типу соляных ванн, для термообработки стали. Особенно удобны ванны с электрическим нагревом. Соляная смесь обычно состоит из хлоридов калия и бария КС1 + ВаС12. Состав ванны для любого температурного интервала можно подобрать, меняя соотношения составных частей соляной смеси.

Детали собирают и на поверхность, подлежащую пайке, наносят флюс между кромками или около места соединения размещают припой, после чего детали скрепляют и обмакивают в ванну. Соляная ванна обеспечивает постоянный температурный режим с точностью ± 5° С и защищает место пайки от окисления. Деталь, вынутую из ванны, защищает от окисления при охлаждении пленка расплавленных солей, которая по охлаждении может быть удалена промывкой в горячей воде.

Пайка погружением в ванны отличается высокой производительностью, однородностью качества и может быть механизирована.

Электрическая пайка. Электрический нагрев места пайки может быть осуществлен различными методами: электрической дугой прямого или косвенного действия; пропусканием тока через место сварки; вихревыми токами, которые индуктируются в металле изделия переменными магнитными полями; за счет разогрева контакта между поверхностью изделия и токоподводящим электродом и т. д.

Для пайки дугой прямого действия медно-цинковые припои малопригодны ввиду летучести цинка и сильного его испарения и выгорания под действием высокой температуры дуги. Наиболее пригодны тугоплавкие медные припои с содержанием фосфора или кремния. Для пайки используют угольную дугу, которую направляют преимущественно на конец стержня припоя, касающегося основного металла; дуга не должна расплавлять кромки изделия.

Угольная дуга косвенного действия (дуговая горелка) заменяет газовую горелку и дает возможность выполнять процесс пайки твердыми припоями всех типов, как медно-цинковыми, так и серебряными. Технологически дуговая горелка менее удобна, чем газовая, и применяется обычно лишь при небольшом объеме работ по пайке.

Электрическую пайку сопротивлением можно выполнять на простых сварочных контактных машинах или на специальных электрических аппаратах для пайки. Нагрев места пайки производится пропусканием через него тока большой силы, который получают от низковольтного трансформатора, встроенного в корпус аппарата для пайки и составляющего с ним одно целое.

Рис. 1. Электрический аппарат для пайки: 1 —' питающий трансформатор; 2 — гибкий кабель; 3 — паяльные клещи; 4 — графитные или угольные контакты

Более универсальными электрическими аппаратами для пайки являются аппараты, работающие по способу горячего контакта между угольным или графитным электродом и изделием. Такой аппарат состоит из двух основных частей: понижающего трансформатора, подвижного или стационарного, и клещей для пайки, соединяемых с зажимами трансформатора гибкими проводами, которые могут иметь значительную длину, что придает установке гибкость и универсальность применения.

Понижающий трансформатор изготовляется по типу трансформаторов для электрических контактных сварочных машин. Первичная обмотка трансформатора секционирована, что позволяет регулировать напряжение вторичной обмотки и рабочую силу тока путем переключения витков первичной обмотки, как в контактных машинах. Первичная обмотка трансформатора включается в электрическую цепь контактором с кнопочным управлением. Кнопка включения помещена на ручке паяльных клещей (рис.1) или вынесена в форме отдельной переносной педали. Рабочие токоподводящие контакты паяльных клещей выполнены в форме сменных призматических блоков — брусков из электродного угля или графита. Детали зажимают винтом, подогревающий ток включают кнопкой на ручке клещей. Рабочие токи для пайки обычно находятся в пределах 500—1000 а.

Паяльные клещи присоединяются ко вторичной обмотке трансформатора гибкими

Паяльные клещи присоединяются ко вторичной обмотке трансформатора гибкими проводами достаточного сечения и требующейся длины (обычно до 2-Зм). Для пайки меди обычно пользуются фосфорно-медными припоями, для пайки стали — серебряными припоями. Фосфорно-медные припои для пайки черных металлов непригодны.

Индукционная пайка токами высокой частоты. В последнее время быстро развивается и начинает находить широкое промышленное применение новый весьма эффективный способ пайки токами высокой частоты. Метод основан на нагреве металла вихревыми токами, которые создаются переменным магнитным полем высокой частоты. Переменное магнитное поле, в свою очередь, создается намагничивающими обмотками — индукторами. При приближении индуктора к поверхности изделия возникают вихревые токи в зоне металла, подвергающейся магнитному воздействию индуктора. Действие индуктора тем сильнее, чем меньше расстояние между индукторами и нагреваемым металлом. Для возможного уменьшения расстояния применяют индукторы с изоляцией из тугоплавкой эмали; в этом случае расстояние между индуктором и нагреваемым металлом может быть снижено до 0,3—0,5 мм.

Нагревание токами высокой частоты сосредотачивается в очень тонком поверхностном слое металла, в котором возникают вихревые токи. Нижележащие слои нагреваются вследствие теплопроводности. Малый объем разогреваемого металла позволяет вести нагрев весьма быстро, с высоким к.п. д.

Процесс пайки отличается чистотой, удобством выполнения, легко поддается механизации и может быть хорошо приспособлен к условиям массового производства однотипных деталей. Все эти преимущества нагрева токами высокой частоты обеспечивают возможность широкого промышленного использования его при пайке. Препятствием к применению токов высокой частоты пока служит довольно высокая стоимость и некоторая сложность установок для получения этих токов.

Пайка в печах. Нагрев под пайку может производиться также в различных печах, по устройству аналогичных печам для термообработки стали. Применяются, например, очковые печи с нефтяным отоплением; широко применяются муфельные печи, особенно удобны электрические муфельные печи. Пайка ведется посредством нагрева деталей с заранее нанесенными флюсом и припоем, который закладывают между соединяемыми кромками, или помещают рядом с местом пайки. Пайка в печах с применением флюса трудоемка, требует достаточно квалифицированной рабочей силы. Значительно важнее пайка в печах в восстановительной атмосфере; этот вид пайки имеет широкое применение.

Пайка в печах с восстановительной атмосферой.

Пайка ведется в специальных печах с электрическим обогревом в атмосфере газов, обладающих восстановительными свойствами по отношению к окислам основного металла. Часто в качестве восстановительного газа применяется водород, поэтому способ этот иногда называют пайкой медью в атмосфере водорода, или водородной пайкой. Способ, как правило, не требует применения флюса, что является важным его техническим преимуществом, удешевляющим пайку и снижающим трудоемкость процесса, так как не требуется операции нанесения флюса на место пайки и удаления остатков флюса по окончании процесса пайки.

Собранные детали с припоем, помещенным около шва, проходят через электрическую печь с восстановительной атмосферой, которая защищает металл от окисления, восстанавливает имеющиеся окислы и усиливает смачивание металла припоем. Расплавляющийся припой смачивает поверхность металла, расплывается по ней и под действием капиллярных сил всасывается в шов, сплавляясь с основным металлом. Затем детали поступают в камеру охлаждения с восстановительной атмосферой, где остывают до температуры, при которой деталь, выданная из печи, при соприкосновении с атмосферным воздухом не окисляется, цвет металла не изменяется, и паяные детали выходят из печи с чистой, светлой поверхностью.

Процесс пайки весьма экономичен, обеспечивает прочность и плотность соединений, точность размеров, хороший внешний вид.

Список использованных информационных источников

1. Ю.В. Шухов., С.А. Еенев. Холодная штамповка. Москва 1967.
2. Хренов К.К. Сварка, резка и пайка металлов. – М.: Машиностроение 1973.
3. Л.Л. Гржимальский. И.И. Ильевский. Технология оборудования пайки. Издательство МАШИНОСТРОЕНИЕ. 1979 г. 240 стр. Ил.

4. Новые методы сварки и пайки. А.П. Лопатко, З.В. Никифорова. ВЫСШАЯ ШКОЛА. М. 1979 г. 88 стр. ил.

5.Словари и энциклопедии на Академике. [Электрон. ресурс]. 26 марта 2009. Режим доступа <http://dic.academic.ru>.

6. [Электрон. ресурс] [file://localhost/пайка/Технология](file:///C%3A%5C%D0%BF%D0%B0%D0%B9%D0%BA%D0%B0%5C%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F) и оборудование пайки..mht